G3 y.6

GLASGOW
UNIVERSITY
LIBRARY.
№ 608 LA. 2. 28 1866

Book No. 0987963
30114 009879639

Glasgow University Library

	13 DEC 1993 XR8[illegible]29 CONS ONLY CANCELLED	

GUL 92.18

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

GEHIRN UND RÜCKENMARK

DES

MENSCHEN UND DER SÄUGETHIERE.

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b21461466

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

GEHIRN UND RÜCKENMARK

DES

MENSCHEN UND DER SÄUGETHIERE

VON

OTTO DEITERS.

NACH DEM

TODE DES VERFASSERS HERAUSGEGEBEN UND BEVORWORTET

VON

MAX SCHULTZE,
ordentlichem Professor der Anatomie und Director des anatomischen Instituts zu Bonn.

MIT 6 TAFELN IN IMPERIAL-OCTAV.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1865.

GLASGOW UNIVERSITY
LIBRARY.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache, sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

VORWORT.

In dem Nachlasse des am 8ten December 1863 zu Bonn verstorbenen Privatdocenten der Medicin Dr. Otto Deiters fand sich ein unvollendetes Manuscript über den feineren Bau von Gehirn und Rückenmark vor. Mir und Allen, die mit dem früh Verstorbenen in wissenschaftlichem Verkehr gestanden hatten, war bekannt, dass derselbe die letzten zwei bis drei Jahre seines Lebens auf das Angestrengteste mit Untersuchungen über die Centralorgane des Nervensystems vom Menschen und von Thieren beschäftigt gewesen war. Eine Anzahl ausserordentlich schön gezeichneter grosser Tafeln hatte er nach und nach vollendet und einzelnen Besuchern gezeigt, viele Hundert mikroskopischer Präparate, meist imbibirte und in Balsam aufbewahrte Schnitte angefertigt, und zu Demonstrationen in seinen Vorlesungen über die Anatomie von Gehirn und Rückenmark benutzt. Wer Deiters' frühere Arbeiten auf dem Gebiete der mikroskopischen Anatomie, wer seine Ausdauer und die Beharrlichkeit kannte, mit der er ein einmal gesteektes Ziel zu verfolgen strebte, musste sich sagen, dass die eigenthümliche Schwierigkeit des zur Bearbeitung gewählten Gegenstandes die Aussicht auf bedeutende Resultate nur noch steigere. Dass Deiters in seiner mehrjährigen Arbeit bereits solche gewonnen, war hier und da verlautet, aber verschlossen wie er war, hatte er ausführlichere Angaben über seine Entdeckungen gesprächsweise kaum gemacht, auch in hiesigen gelehrten Gesellschaften keine Vorträge über seine Untersuchungen gehalten. Leider bestätigte eine Durchsicht der von ihm hinterlassenen Papiere was seinen Freunden bereits vorher, wenn auch nicht in dem Umfange bekannt war, dass Deiters auch zu

105 5

eigenem Gebrauche fast keinerlei vorläufige Notizen über seine Beobachtungen gemacht hatte, dass er sich ganz auf sein Gedächtniss verliess und die Feder erst zur Hand genommen, wenn es sich um die zum Druck bestimmte Ausarbeitung handelte. Mit dieser war er die letzten Wochen vor seiner Krankheit beschäftigt gewesen, mit fliegender Feder hatte er ein Brouillon entworfen, aber nur in einzelnen Capiteln vollkommen ausgearbeitet, denn mitten in dieser vielleicht übertrieben angestrengten Thätigkeit warf ihn ein Nervenfieber darnieder, von dem er nicht wieder genesen sollte.

Da auch die zahlreichen mikroskopischen Präparate von Deiters ohne jegliche Bezeichnung und die vielen von seiner Hand gefertigten Zeichnungen ohne alle Erklärung waren, so konnte an eine Vervollständigung des Manuscriptes von der Hand eines Dritten nicht wohl gedacht werden. Zwar schwebte mir, der ich mich zur Herausgabe des vorgefundenen Manuscriptes gern erbot, die Möglichkeit einer Ergänzung desselben noch vor, in Berücksichtigung des Umstandes, dass Deiters die letzten Monate vor seiner Krankheit zwei reiferen Aerzten ein Privatissimum über die feinere Anatomie von Gehirn und Rückenmark gelesen und, wie mir bekannt war, sich in demselben ausführlich über die Resultate seiner Forschungen ausgesprochen hatte. Auf meinen Wunsch ward mir von einem dieser letzten Schüler von Deiters eine Reihe von in jener Vorlesung gemachten Aufzeichnungen bereitwilligst zur Disposition gestellt. Doch liess sich denselben bei ihrer aphoristischen Kürze nur das Resultat, aber nicht dessen ausführliche Begründung entnehmen, und eigentlich Neues, was nicht an irgend einer Stelle des Deiters'schen Manuscriptes bereits Erwähnung gefunden hätte, traf ich in ihnen kaum an. Doch wo die Unvollständigkeit einzelner Capitel des Manuscriptes das Resultat minder scharf hervortreten liess, konnte ich zuweilen aus dem Vorlesungsheft mit seinen kurzen Resultatangaben grössere Klarheit gewinnen, welche mir bei der Redaction des Textes und namentlich bei der Feststellung der Tafelerklärung nicht wenig zu Statten gekommen ist, wie ich mit bestem Dank gegen den Geber des Heftes hier hervorhebe.

Die Herausgabe des Werkes, wie es dem Leser jetzt vorliegt, war mit einigen Schwierigkeiten verbunden, und diese mögen als Erklärung gelten für den verhältnissmässig langen Zeitraum, welcher bis zur Vollendung des Druckes verstrichen ist. Es stellte sich bei der ersten Durchsicht des umfangreichen Manuscriptes heraus, dass dasselbe in dem Zustande, in welchem es sich befand, der Druckerei nicht übergeben werden konnte. Deiters hatte unzweifelhaft eine Ueberarbei-

tung und Abschrift seines Brouillons beabsichtigt, und erstere konnte bei den gedrängten, unleserlichen Schriftzügen des Originals von mir nicht unternommen werden, bevor nicht letztere besorgt war. Es musste also zuerst eine Abschrift gefertigt werden, und ihre Herstellung sowie die nun folgende Correctur unter Constatirung vollständiger Uebereinstimmung mit dem Original nahm eine Reihe von Monaten in Anspruch, in deren Arbeit mich ein verehrter Bruder des Verstorbenen wesentlich unterstützte. Meine Thätigkeit bei der endlichen Redaction des Textes beschränkte sich dann auf kleine stylistische Veränderungen und auf Kürzungen, in einzelnen Fällen mussten Streichungen längerer Sätze vorgenommen werden. Deiters hatte häufig, nachdem er einen Gedanken ausgeführt, ohne abzusetzen denselben in einer neuen, ihm passender erscheinenden Form noch einmal niedergeschrieben. Oder es fanden sich an entfernteren Stellen Wiederholungen, die dem Leser, welcher schnell die einzelnen Capitel durchlas, störend auffallen mussten. Ist somit an dem Original manche Veränderung vorgenommen zur Herstellung des vorliegend gedruckten Textes, so hoffe ich doch Deiters' Eigenthümlichkeit der Darstellung in jeder Beziehung erhalten und die treffende Ausdrucksweise in nichts verwischt zu haben.

Das Werk von Deiters war auf siebzehn Capitel angelegt. Von diesen fanden sich dreizehn mehr oder minder vollständig ausgearbeitet vor, so dass sie, auch die sehr lückenhaften, zum Druck gegeben worden sind. Die vier letzten Capitel, welche nach den Ueberschriften „Die allgemeine Organisation des Pons", „Die Pedunculi cerebri, die Corpora quadrigemina und der Aquaeductus Sylvii", „Die Faserung am Ende des Bulbus rachidicus" und „Das kleine Hirn" behandeln sollten, existiren entweder nur in der Ueberschrift oder sind nur in einigen einleitenden Sätzen niedergeschrieben, welche weit weniger Positives enthalten, als über die betreffenden Theile schon da und dort in anderen Abschnitten des Werkes ausgesagt ist. Sie sind deshalb im nachfolgenden Text weggeblieben. Das Werk sollte ein Atlas von mindestens 12 Tafeln in Folio begleiten, von denen 5 hier beigegeben werden konnten. Die Figuren unserer ersten und zweiten Tafel nehmen im Original den Raum einer einzigen ein, während die grossen Abbildungen der folgenden vier Tafeln auch in der Originalzeichnung einzeln auf grossen Blättern stehen, zum Theil auf etwas vollständigere Ausführung auch der fehlenden Rückenmarkshälften berechnet. Ganz vollendet sind nur die Abbildungen der ersten drei oder vier Tafeln, bei den folgenden sollte sicherlich noch Einiges hinzugefügt werden, z. B. in Taf. V. die Ausfüllung der in natura wesentlich Nervenfaser-

querschnitte führenden leeren Räume zwischen Facialis und Acusticus, und des mit F bezeichneten Querschnittes des Facialis. Immerhin sind auch diese Tafeln in der Hauptsache ganz fertig und willkommene Beigaben zur Erläuterung des Textes. Von den anderen Tafeln haben sich nur einige Anfänge vorgefunden, die sich zur Vervielfältigung durch den Druck in keiner Weise eignen. Sie sollten, soviel sich übersehen lässt, namentlich der allmäligen Ausbildung der Formatio reticularis in verschiedenen Querschnitten der Medulla oblongata, den Nervenursprüngen und der Structur des kleinen Hirns gewidmet sein.

Wer theilte nicht mit Deiters die Ueberzeugung, dass es dringend an der Zeit sei, dem dürftigen Zustande unserer Kenntniss der Architektonik von Gehirn und Rückenmark durch eine Arbeit abzuhelfen, welche den Wust mehr oder weniger zuverlässiger Beobachtungen sichte, und mit Zugrundelegung neuer Untersuchungen und richtig abgeleiteter Schlüsse ein Gerüst baue, an welchem dann die späteren Beobachter sich stützen und bald hier bald dort eine Lücke ausbauen könnten. Deiters hatte sich vorgesetzt, eine solche Arbeit zu liefern. Nach jahrelangen Forschungen glaubte er auf einem Punkte angelangt zu sein, wo er das bis dahin Gewonnene zusammenfassen und als einen ersten Theil publiciren könne. Der Rahmen wurde gezogen, die Capitel wurden abgesteckt und einzeln nach einander ausgearbeitet. Aber hier und dort blieben noch kleinere und grössere Lücken, deren Ausfüllung, einer gelegeneren Zeit vorbehalten, ihm nicht mehr beschieden war. Bei dieser Anlage des Werkes lässt sich ungefähr bestimmen, wie viel mit Deiters's Tode verloren gegangen ist. Es sind leider einige der wichtigsten Theile und betreffen solche Gegenden, über welche wir nach den an anderen Stellen von Deiters gegebenen Andeutungen ganz neue Aufschlüsse erwarten konnten. So war, um nur ein Beispiel anzuführen, das elfte Capitel „Die Nerven des Bulbus rachidicus" darauf berechnet, eine auf neue Untersuchungen basirte Darstellung der Ursprungsverhältnisse sämmtlicher sogenannter Hirnnerven (mit alleiniger Ausnahme des Opticus und Olfactorius) zu geben. Schon die Behandlung des Hypoglossus, Accessorius etc. bis zum Acusticus ist lückenhaft, die der anderen Nerven fehlt ganz. Die für den Hypoglossus noch gelassene Lücke umfasst Raum für ungefähr 8 Druckseiten, und sollte nach folgender Disposition ausgefüllt werden, die mit Bleistift an den Rand geschrieben ist (Lücke S. 288):

Kein abgehender Ast bis zum Kern — Anfang schon hoch oben bei noch nicht zerfallenem Vorderhorn — Keine Verbindung mit den Oliven — Giebt es einen directen Wurzelübergang zur anderen Seite — Kreuzung, jedenfalls nicht vollständig,

zum Theil nicht ganz unwahrscheinlich — Möglichkeit der Verwechselung mit den circulären Fasern des Hypoglossuskernes — Pinselförmige Ausstrahlungen — Erscheinen auf Längs- und Flächenschnitten — Die Veränderung der Hypoglossusbahn an verschiedenen Stellen (Zahl der Bündel — Verhältniss zu den Oliven und Nebenoliven — Lage der letzten Bündel, ungefähr mit dem Facialis zusammenfallend) Veränderung der einzelnen Fasern während ihres Verlaufes — Beschreibung des Hypoglossuskernes, sein mikroskopisches Ansehen und der Grund davon, seine Umgrenzung, seine Zellen und Anordnung derselben in verschiedenen Schnittrichtungen — Die einzelnen kleinen Kerne oben und unten — Ausstrahlung der Hypoglossusbündel in denselben — Die aus ihm ausstrahlenden Fasern und die Kreuzung — Das Verhältniss zur anderen Seite vor und bei Oeffnung des Canals und Trennung der nebeneinanderliegenden Hypoglossuskerne — Die weitere Zusammensetzung der grauen Substanz — Die weisse Grenzpartie gegen den Vagus — Die circulären Fasern, ihm nicht angehörend — Die Veränderungen des Hypoglossuskernes in seiner ganzen Länge, der erste Anfang und das letzte Ende, Verschiedenheit der Zellen nach Grösse, Anordnung, Färbung — Die circulären Fasern der Nachbarschaft — Die Lenhossek'sche (weisse?) Trigeminuswurzel — Die Lage der centripetalen Fasern — Theilnahme an der Kreuzung — Theilnahme an den Pyramiden, an der Raphe und an den circulären Fasern — Centripetale Leitung höherer Ordnung — Theilnahme an den Oliven natürlich nicht unmöglich aber durchaus nichts Eigenthümliches — Die Fälle von Schroeder — Zusammensetzung mit benachbarten Kernen??? — Welche Reflexe auf den Hypoglossus gibt es? — Ist dergleichen so direct anzunehmen, wie Stilling und Schroeder thun? Durchaus nicht — Einwirkung des kleinen Gehirns auf den Hypoglossus — Pathologische Thatsachen — Theorie des Hypoglossus mit Rücksicht auf die bisher angegebenen Thatsachen.

Deiters unterscheidet in der Ursprungsweise der Nerven von der Medulla oblongata sehr klar und scharf ausser dem vorderen und hinteren Ursprungssystem, welche den vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln entsprechen, ein seitliches Ursprungssystem, welches zwischen den beiden ersten seine Lage hat, mit dem Accessorius beginnt, und Nerven gemischter Natur entspringen lässt, deren erste ausser dem Accessorius der Vagus und Glossopharyngeus sind. Dieses System entsteht aus einer zunächst für den Accessorius bestimmten Abzweigung der Vorderhörner, zu welcher jedoch bald auch Theile der sensibeln Hinterhörner hinzutreten, so dass die aus demselben entspringenden Nerven gemischter Natur sein können. Auch Facialis, Acusticus sowie vordere Trigeminuswurzel, letztere in engem Anschluss an den Facialis, entspringen aus diesem seitlichen System, für sie hat sich dasselbe jedoch wieder in eine sensible (Acusticusursprung) und motorische Partie (Facialis und Trigeminus) geschieden. Die sensible Partie des Trigeminus entspricht nach Deiters' Forschungen dagegen allein dem hinteren Ursprungssystem, dessen Fasern von den ersten Rückenmarksnerven an aufwärts sich zu longitudinalen Bahnen sammeln, die, statt in fortlaufenden Wurzeln auszutreten, wie am Rückenmark, sich

zur hinteren Wurzel des Trigeminus gestalten. Den vorderen Rückenmarksnervenwurzeln entsprechen ausser dem Hypoglossus der Abducens, Trochlearis und Oculomotorius. Von diesen Nerven fasst Deiters Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus als „die ersten Bahnen des mittleren seitlichen Systemes“ in ein Capitel zusammen, welches, leider wieder nur unvollständig ausgeführt, auf weitere circa 12 Druckseiten berechnet nach folgender Disposition ausgearbeitet werden sollte (Lücke S. 293):

Genaue Beschreibung des sich allmälig entwickelnden Vagus- und Accessoriuskernes und der gleichzeitigen Veränderungen der eintretenden Bündel und der veränderten Substantia reticularis und der ganzen Configuration der Medulla oblongata — Die mehr mikroskopischen Verhältnisse des Vaguskernes resp. der Vaguskerne — Die allseitigen Begrenzungen gegen den Hypoglossuskern, gegen die ganglia postpyramidalia — Uebergang dieser Gegend in die Subst. reticularis, also in sensible Gegenden und in das Bindegewebe der vierten Hirnhöhle — Commissur — Oeffnung des Canals — Verschiedenheiten bei Mensch und Thier — Die allmäligen Veränderungen nach oben bis zum Facialis hin etc. — Die runde Stelle — Versuch der Trennung zwischen Accessorius, Glossopharyngeus und Vagus — Die feineren Verhältnisse: Histologische Schilderung des Accessoriuskernes mit Allem was dazu gehört, Natur der Zellen, Verschiedenheiten, Nachbarschaft zum ganglion postpyramidale — Die sensibeln Stränge und die accessorischen Kerne — Die feineren Verhältnisse der Bündel zu diesen Kernen u. s. w. — Die histologische Natur der Vagus- etc. Fasern — Kreuzungen — Vordere und hintere Commissur — Centralcanal — Theorie des Accessorius, Vagus, Glossopharyngeus — Physiologische Postulate — Reflexverhältnisse — Point vital.

Es folgt bei Deiters der Acusticus, dessen Bearbeitung wieder unvollständig ist. Wir erfahren aber, dass die grossen Zellen in den Crura cerebelli ad medullam oblongatam, welche man als Acusticuskern auffasst, keinenfalls zu ihm gehören. Die Disposition für die Lücke ist unvollständig und enthält nichts, was weitere Aufschlüsse gäbe, weshalb ich sie nicht auch noch hier mittheile. Nach dem oben erwähnten Vorlesungsheft leitet Deiters die Acusticusfasern aus den kleinen Zellen der Hinterhörner und vielleicht der Raphe ab. Die Hörstreifen haben die Bedeutung, dass es Kreuzungsfäden sind, die in die Raphe und zur anderen Seite in die Hinterhörner gehen. Den Klangstab Bergmann's erklärt Deiters mit Stilling und Lenhossek für einen Theil der motorischen Wurzel des Trigeminus.

Für alle folgenden Hirnnerven finden sich nur grosse Lücken ohne Disposition für die beabsichtigte Ausfüllung. Dass Deiters aber auch über sie bereits ausführliche Studien gemacht hatte, zeigen viele an anderen Stellen eingestreute Bemerkungen, zeigt z. B. seine Entdeckung einer an Stelle der Eminentia teres im vierten Ventrikel liegenden knieförmigen Umbiegung des Facialisstammes, zeigen seine Anga-

ben über eigenthümliche uni- oder bipolare Zellen in Begleitung des aus dem Velum hervortretenden und hier mit dem der anderen Seite gekreuzten Trochlearis (S. 91). Den eigentlichen Ursprung des Trochlearis verlegt Deiters in eine am Boden des vierten Ventrikels liegende, ziemlich stark pigmentirte Stelle mit grossen, den motorischen des Rückenmarks ähnlichen Zellen (Vorlesungsheft). Den Facialiskern sieht Deiters nicht neben dem des Abducens, wo er bisher hinverlegt worden, sondern in der Nachbarschaft des motorischen Trigeminuskernes (S. 283). Ebenda spricht Deiters auch von der von ihm entdeckten motorischen Vaguswurzel, über die Genaueres leider von ihm nicht niedergeschrieben worden.

Ich führe hier gleich noch eine Reihe anderer den Verlauf und die Endigung der Nerven mehr oder weniger direct betreffender Entdeckungen an, über die wir im Nachfolgenden Andeutungen erhalten, so die Auffindung sogenannter oberer Oliven, wie sie bisher nur bei Thieren bekannt waren, auch beim Menschen (S. 206, 275); die Beobachtung, dass die Seitenstränge des Rückenmarkes, indem sie in der Medulla oblongata aufsteigen, jederseits einen ansehnlichen grauen Kern, den ich mit dem Namen Deiters'scher Kern zu belegen vorschlage, einschliessen (S. 202, 229), welcher den Uebergang der Fasern des Seitenstranges in die zonalen, zum kleinen Hirn aufsteigenden vermittelt; der Nachweis, dass die Pyramiden weder eine Kreuzung der Vorderstränge noch eine solche der Seitenstränge darstellen, überhaupt keine directe Fortsetzung eines Rückenmarksstranges als solchen sind, vielmehr ihre Fasern aus den Ganglienzellen der Formatio reticularis beziehen, zu welchen Seiten- und Hinterstränge von unten herantreten, deren indirecte Fortsetzungen also die Pyramiden zu nennen sind (S. 249). Ueber das kleine Hirn hatte Deiters ebenfalls viele Forschungen angestellt, wie mannigfache, mehreren Capiteln eingestreute Bemerkungen zeigen, und dem, wie erwähnt, ein besonderes letztes Capitel gewidmet sein sollte. Aus den mir vorliegenden Bruchstücken dieses letzteren geht hervor, dass Deiters in seiner Auffassung der Elementartheile des kleinen Hirnes von Gerlach namentlich darin wesentlich abweicht, dass er die sogenannte Körnerlage nur für eine dichtere Anhäufung der auch in den angrenzenden beiden anderen Substanzen reichlich vorhandenen Bindegewebskerne oder Aequivalente von Bindegewebszellen hält. Ich setze Deiters' eigene, dem erwähnten lückenhaften und deshalb nicht zum Abdruck gebrachten Capitel entlehnte bezügliche Worte hierher:

„Wie in jeder weissen Substanz, so sieht man auch hier die Masse

„der Nervenfasern von kernartigen Gebilden durchsetzt, die entwe-
„der einzeln oder in Reihen gestellt sind, und dann auf längere Stre-
„cken neben einander gelegene Nervenfasern von einander trennen.
„Die Massen dieser Kerne, auf deren bindegewebige Natur ich zu-
„rückkomme, und die von Niemand bezweifelt werden kann, nehmen
„gegen die sogenannte Körnerlage allmälig zu ohne eine scharfe
„Grenze, und bei der Körnerlage angekommen erhält man kein an-
„deres Bild, wie das einer haufenweisen Ansammlung derselben
„kernartigen Gebilde, welche schon in der weissen Substanz zerstreut
„vorhanden waren, hier aber plötzlich in enormer Masse und in
„dichtem Gedränge aufgetreten sind. Rückt man in der Untersuchung
„solcher Bilder weiter nach oben, so kommt man allerdings hier an
„eine durch die einfache Lage von Ganglienzellen scharf bezeich-
„nete Grenze. Was aber die zwischen den Zellen gelegenen Zwischen-
„räume betrifft, so ist auch hier die Grenze nicht ganz so scharf,
„wie man sich gedacht hat, und im Innern der grauen Substanz be-
„gegnet man in bestimmten Zwischenräumen ganz denselben rund-
„lichen kernartigen Gebilden, welche die Körnerlage wesentlich zu-
„sammengesetzt haben. Nähert man sich der oberen Grenze, so
„sieht man dieselben rundlichen Kerne allmälig etwas länger werden
„und ohne scharfe Unterbrechung in die schräg gestellten Gebilde
„übergehen, welche hier die überziehende Pia mater führt, und die
„man hier kurzweg Bindegewebskörperchen nennen würde. Bedenkt
„man dies einfache, leicht zu controllirende Bild, und hält man die
„Gesichtspunkte im Wesentlichen fest, von denen die obige Betrach-
„tung des Bindegewebes ausgegangen ist, so kommt man fast von
„selbst zu folgender Auffassung des Bindegewebes des kleinen Ge-
„hirns, mit deren Anführung ich etwas vorgreife: Die drei Substan-
„zen des kleinen Gehirns zeigen alle drei einen gleichen bindegewe-
„bigen Stamm, dessen Elemente sich nicht wesentlich von einander
„unterscheiden, wohl aber in durchaus verschiedenen zum Theil fast
„umgekehrten quantitativen Verhältnissen vorhanden sind.“

Bezüglich aber der bekannten, charakteristischen grossen Ganglienzellen in der Rinde des Cerebellum findet sich in diesem Capitel folgender bemerkenswerthe Satz:

„An die Spitze muss ich den Satz stellen, dass sie (die erwähnten
„Ganglienzellen) sich von dem allgemeinen Schema einer centralen
„Ganglienzelle, das ich eingangs aufstellte, nicht unterscheiden, dass
„man also auch an ihnen einen Hauptnervenfortsatz und eine auf
„einem Stamm aufsitzende Masse von Protoplasmafortsätzen unter-

„scheiden muss. Der erstere ist das längst bekannte starre Aestchen, „welches immer der Körnerlage zugekehrt ist und welches so mannig- „fache Schicksale in der Auslegung erfahren hat. Es ist mir nicht „ganz erklärlich, wie Gerlach hier an Verästelung und an Verbin- „dung solcher Aeste mit den Körnern hat denken können. Veräste- „lungen kommen nicht vor, es müsste sich denn die fertig gebildete „Nervenfaser später einmal theilen, welche Möglichkeit natürlich „nicht in Abrede gestellt werden darf. Die Möglichkeit einer Ver- „wechselung liegt hier in den aufsteigenden geraden Faserzügen, „deren ich nachher genauer Erwähnung zu thun haben werde. Der „nervöse Fortsatz ist, wie ich wiederhole, immer ungetheilt und ent- „spricht den Axencylinderfortsätzen der übrigen grossen Ganglien- „zellen. Er bleibt ungefähr so lange wie der Durchmesser der Zel- „len selbst oft auch noch länger ganz nackt, mit vollkommen glatten „Contouren, dann verschmälert er sich etwas und von seiner engsten „Stelle aus entwickelt sich zugespitzt die vollständige dunkelcontou- „rirte Nervenfaser."

Hier schliesst das Manuscript über das kleine Hirn ab. Abbildungen isolirter solcher Ganglienzellen des kleinen Hirns mit dem von Deiters entdeckten Uebergange des centralen Fortsatzes in eine markhaltige Nervenfaser haben sich leider nicht vorgefunden.

Der Schwerpunkt des Deiters'schen Werkes fällt, meiner Ansicht nach, einmal in die in demselben enthaltenen wichtigen Aufschlüsse über den Bau der centralen Ganglienzellen, die Natur und Bedeutung ihrer Fortsätze und die Art und Weise, wie diese letzteren in den Faserverlauf der Centralorgane eingreifen, in Deiters' Theorie der centralen Ganglienzelle, und sodann in die glücklich beigebrachten Beweise dafür, dass in der Medulla oblongata und ihrer Fortsetzung in das Hirn nebst den von diesen Theilen entspringenden Nerven überall das Princip des Rückenmarkes wiederzuerkennen sei, eine Grundanschauung, welche zwar durchaus nicht neu, aber in der Weise wie hier ins Einzelne bisher nicht durchgeführt worden ist. Im Vordergrunde steht die Beobachtung von Deiters, dass an den multipolaren Ganglienzellen der verschiedensten Theile von Hirn und Rückenmark das von Rud. Wagner für die Zellen des elektrischen Lappens des Gehirns von Torpedo andeutungsweise erkannte, von Remak specieller formulirte Gesetz, wonach nur ein Fortsatz unter den vielen, welche jede Zelle aussendet, ungetheilt zu einem Axencylinder einer peripherisch verlaufenden markhaltigen Nervenfaser wird, während die anderen in feinster Verästelung sich auflösen, eine allgemeine Gel-

tung besitzt. Der Nachweis gelingt, wie ich mich überzeugt habe, nächst dem genannten Hirntheil von Torpedo, wo ich mit Remak im Jahre 1854 in Triest und 1858 bei Gelegenheit meiner Studien über die elektrischen Organe die Verhältnisse sehr deutlich beobachtete, am leichtesten an den grossen Zellen der Vorderhörner des Rückenmarkes, auf die sich auch Remak's Angaben in der deutschen Klinik vom 7. Juli 1855 beziehen. Deiters hat durch seine ausgedehnten Forschungen und seine Methoden die bis dahin wenig beachtete Thatsache für „alle bisher bekannten Ganglienzellen der Centralorgane (mit Ausnahme vielleicht einiger des grossen Gehirns)" zu einem Grundgesetz erhoben und Jedem leicht zugänglich gemacht. Seine Figuren auf Tafel I. und II. geben treue Bilder der wichtigen Verschiedenheiten der Fortsätze. Dr. Boddaert aus Gent hat Photographien solcher möglichst vollständig isolirten Ganglienzellen aus den vorderen Hörnern der grauen Substanz des Rückenmarkes vom Ochsen fertigen lassen, die derselbe im hiesigen anatomischen Institute mit Hülfe sehr dünner Chromsäurelösungen freigelegt hatte. Man nimmt an diesen Photographien, deren ich mehrere der Güte des Genannten verdanke, in sehr ausgezeichneter Weise die Verschiedenheiten der beiden Arten von Fortsätzen wahr. Minder gelungen sind die Lithographien, welche Dr. Boddaert nach seinen Photographien zeichnen liess und in den Bulletins de l'Academie royale de Belgique 2. Ser. 1865, Tom. XIX, Nro. 1 veröffentlichte.

Weit schwieriger als die Darstellung des Hauptaxencylinderfortsatzes ist diejenige sehr feiner Axencylinderfortsätze, die Deiters aus den Verästelungen einiger der anderen Ganglienzellenausläufer entspringen sah, bezüglich welcher ich auf das unten S. 57 u. ff. Gesagte verweise. Sie stellen ein zweites System echter, mit der Ganglienzelle in Verbindung stehender Nervenfasern dar und bilden in Gemeinschaft mit dem Hauptaxencylinder die Grundlagen für Deiters' Theorie der Ganglienzellen.

Die verästelten Ausläufer der Ganglienzellen belegt Deiters mit dem Namen Protoplasmafortsätze. Derselbe soll andeuten, dass sie mehr als der unverästelte Axencylinderfortsatz eine unmittelbare Fortsetzung der Ganglienzellensubstanz darstellen, insofern die feinere, körnig-fibrilläre Structur der letzteren so zu sagen unverändert in diese Fortsätze übergeht, während bei dem Hauptaxencylinder eine Umänderung dieser Structur in eine mehr homogene, das Licht etwas stärker brechende Masse stattfindet. Deiters verhehlte sich nicht, dass der neue Name offenbar eine charakteristische Eigenthümlichkeit der be-

treffenden Gebilde gegenüber dem Hauptaxencylinderfortsatz nicht scharf ausdrückt, insofern auch der letztere aus einer unmittelbaren Fortsetzung der Zellsubstanz, also dessen, was hier Protoplasma genannt wird, unzweifelhaft besteht. Ein wichtigerer Einwurf gegen die Beibehaltung dieses Namens liesse sich aus der Beantwortung der Frage entnehmen, ob der Substanz der Ganglienzelle und weiter ihrer Fortsätze überhaupt der Name Protoplasma mit Recht beigelegt werden könne. Bezeichnen wir mit demselben seinem ursprünglichen Sinne gemäss eine den Zellenkern umschliessende Substanz, welche keine andere Structur erkennen lässt, als körnige Einlagerungen verschiedener Natur in einer homogenen, weichen, in der Form sehr veränderlichen Grundmasse, wie wir solches Protoplasma als die lebendige und contractile Hauptsubstanz aller embryonalen und der meisten thierischen und pflanzlichen Zellen auch im entwickelten Körper kennen, so müssen wir obige Frage bezüglich der Hauptsubstanz der reifen centralen Ganglienzellen entschieden mit Nein beantworten. Die zahlreichen neueren Untersuchungen über den Bau der Ganglienzellen stimmen darin überein, dass die Hauptsubstanz dieser Zellen mit einer eigenthümlichen, von der des typischen Protoplasma verschiedenen Structur begabt sei. In der That ist es nicht schwer, an Ganglienzellen verschiedener Herkunft, unter anderen an den grösseren Zellen des Rückenmarkes eine fibrilläre, oder körnig-fibrilläre Structur der Zellsubstanz nachzuweisen. Wie Frommann[1]) finde ich das fibrilläre Ansehen an den motorischen Ganglienzellen des Rückenmarkes schon im ganz frischen Zustande. Man sieht die Körnchen der Massen deutlich in Züge geordnet, von denen es stellenweise zweifelhaft bleibt, ob sie allein durch eine reihenweise Anordnung dieser Körner oder durch eine Differenzirung der Grundsubstanz in Fasern oder faserartige Züge bedingt sei. Ist, wie in den Zellfortsätzen, die Masse der Körnchen geringer, so sieht man doch die Streifung deutlich, was offenbar auf eine faserige Differenzirung der Grundsubstanz deutet. Wie bekannt, sieht man endlich solche Andeutungen von fibrillärer Structur auch an aus markhaltigen Nervenfasern isolirten, ganz körnchenfreien Axencylindern. Die Structur also, durch welche sich die Fortsätze der Ganglienzellen auszeichnen und welche sie als etwas zu bestimmtem Zwecke Organisirtes, als etwas höher Differenzirtes charakterisirt und von dem Protoplasma der Zellen unterscheidet, ist schon in der Substanz der Ganglienzellen angelegt und deutlich ausgeprägt. Namentlich kommt

[1]) Virchow's Archiv etc. Bd. XXXI, S. 138.

dieselbe unverkennbar den mehr oberflächlichen Schichten der Zellsubstanz zu. Ob sie immer bis auf den Kern reicht, ist schwerer zu ermitteln. Es wäre denkbar und nicht ohne Analogie, dass sich im Centrum der Zelle um den Kern herum eine gewisse Menge unveränderten nicht fibrillär differenzirten Protoplasmas auch im entwickelten Zustande erhalte. Nach Frommann sollen zwar einzelne Fibrillen bis in das Kernkörperchen, und dickere Fasern oder Röhren bis in den Kern verfolgt werden können[1]). Andererseits ist aber nicht zu verkennen, dass in vielen Fällen die der Rinde zukommende fibrilläre Structur gegen die Oberfläche des Kernes schwindet, und dass eine gleichmässig feinkörnige Bildung allmälig an ihre Stelle tritt. Ich habe mir grosse Mühe gegeben, die von Frommann gezeichneten sehr klaren Bilder unter dem Mikroskope wiederzufinden, muss aber gestehen, trotz vieler Versuche zu keinem positiven Resultat gekommen zu sein.

Wollten wir die Ganglienzelle mit ihrem eigenthümlich modificirten Protoplasma anderen Structurelementen thierischer Gewebe vergleichen, so könnten wir in erster Linie die zelligen Gebilde der glatten Muskeln nennen. Hier ist es die homogene, contractile Substanz der Faserzelle, welche durch eine allmälig sich vollziehende Metamorphose des Protoplasma entsteht. Dass diese Differenzirung der embryonalen Zellsubstanz auch hier von der Rinde allmälig in die Tiefe fortschreitet, lehren die vielen namentlich von niederen Thieren bekannten Beispiele von Faserzellen, deren Kern noch von einem mehr oder minder dicken und langen Cylinder feinkörniger Substanz umgeben ist. Wie wir aber, wenn alles Protoplasma geschwunden ist, im Gewebe der glatten Muskeln streng genommen nicht mehr von Zellen im eigentlichen Sinne sprechen dürfen, indem das Element, welches seiner Entwickelung nach einer Zelle entspricht, zu dem Zwecke, als Muskelelement zu functioniren, in seinem Protoplasma einen höheren Grad von Differenzirung eingegangen ist, so müssen wir uns klar machen, dass auch der reifen Ganglienzelle möglicherweise die für den Begriff der Zelle schlechtweg nothwendige Substanz, das Protoplasma, nicht mehr zukomme, indem sie mehr oder weniger vollständig in die zur Function einer Ganglienzelle nothwendige, vom Protoplasma weit verschiedene Nervencentralsubstanz umgewandelt worden ist. Werden wir, um von der herrschenden Ausdrucksweise nicht gar zu sehr abzuweichen, trotz dieser unzweifelhaft vorhandenen höheren Differenzirung des Protoplasma den

[1]) l. c. und ebenda Bd. XXXII, Taf. VII, Bd. XXXIII, S. 168.

Namen Ganglienzelle festhalten können, so wird doch so viel einleuchten, dass es sich kaum wird rechtfertigen lassen, den von Deiters Protoplasmafortsätze genannten Gebilden diesen Namen zu belassen. Denn diese Fortsätze sind Theile und Fortsetzungen der eigenthümlich organisirten, faserigen Masse der Ganglienzelle, der wir unter keinen Umständen den vor Verwechselungen nicht sorgfältig genug zu bewahrenden Namen des Protoplasma geben dürfen. Ich würde hiernach für sie ihrer hervorragendsten Eigenthümlichkeit halber den Namen verästelte Fortsätze vorziehen.

Das endliche Schicksal der verästelten Fortsätze hat auch Deiters nicht zu enträthseln vermocht. Unterschied er zwar einzelne der feinen Ausläufer als verschieden von der Mehrzahl derselben, insofern sie Axencylinder feinster markhaltiger Nervenfasern darstellen, so blieb ihm doch die Bedeutung und das Ende der Hauptmasse derselben verborgen. Und in der That, wer sich mit Versuchen zur Isolirung dieser feinen Fasern beschäftigt hat, möchte verzweifeln, das wirkliche Ende oder bestimmte neue Eigenschaften an demselben zu entdecken. Wir werden uns, wie ich fürchte, zunächst mit den bisherigen Resultaten der Isolirungsversuche zufrieden geben müssen. Ueberraschend wird Manchem der Ausspruch von Deiters sein, dass ihm in seinen vielen hundert gelungenen Schnitt- und Zerzupfungspräparaten aus allen Theilen des centralen Nervensystems trotz grösster auf diesen Punkt gerichteter Aufmerksamkeit nie eine sichere Anastomose benachbarter Ganglienzellen begegnet sei. Es stimmt dies Resultat, wie bekannt, mit dem, was Kölliker den gegentheiligen Angaben anderer Forscher gegenüber von den Anastomosen der Ganglienzellen lehrt.

Ich muss es mir versagen, auf den an wichtigen Beobachtungen so reichen Inhalt des Deiters'schen Werkes hier weiter einzugehen. Wenn auch dem Leser die Freude an dem Gebotenen durch den Schmerz vielfach verkümmert wird, dass es ihm nicht beschieden sein sollte, die Frucht mehrjähriger Arbeit in voller Reife aus der Hand des hochbegabten Verfassers zu empfangen, so kann ich doch mit Zuversicht auf eine dankbare Zustimmung rechnen zu dem durch den Herrn Verleger auf das Bereitwilligste unterstützten Unternehmen, das vorhandene Manuscript der Wissenschaft zu erhalten. Möge die hohe Wichtigkeit des Gegenstandes, möge der Geist echter Naturforschung, der in dem Werke weht, tüchtige Kräfte anregen, auf der von Deiters betretenen Bahn weiter vorzuschreiten.

Bonn, im August 1865.

Max Schultze.

INHALT.

Seite.

I. Einleitung. Die Methoden der Untersuchung 1
II. Ueber die Bindesubstanz in den Centralapparaten des Nervensystems . . 27
III. Ueber die centrale Ganglienzelle 53
IV. Die centrale Nervenprimitivfaser 101
V. Bemerkungen über die Organisation des Rückenmarkes 117
VI. Ueber die allgemeinen Structurverhältnisse der Medulla oblongata und der mit ihr in Verbindung stehenden Theile 149
VII. Die directen Fortsetzungen der Rückenmarksstränge durch das verlängerte Mark bis zu dem grossen Gehirn 184
VIII. Die directen Fortsetzungen der grauen Massen des Rückenmarks in die Medulla oblongata und die hier neu auftretenden grauen Kerne . . 217
IX. Die Pyramiden 243
X. Die Oliven 255
XI. Die Nerven des Bulbus Rhachidicus 278
XII. Die Crura cerebelli 298
XIII. Die circularen und zonalen Faserzüge. Die Raphe und die Kreuzungen 306

I.

EINLEITUNG.

DIE METHODEN DER UNTERSUCHUNG.

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, in einer längeren Untersuchungsreihe die Centralorgane des Nervensystems zum Gegenstande einer ausführlichen Bearbeitung zu machen, und lege in nachfolgenden Blättern die Resultate derjenigen Theile den Fachgenossen vor, welche ich schon jetzt abschliessen möchte. Was das Ziel einer solchen Untersuchung angeht, so wird sich Niemand verhehlen, dass die Forderungen, welche die Physiologie an die anatomische Kenntniss der Centralorgane stellen darf, zum Theil über die Grenzen der bisherigen Methoden hinausgingen, zum Theil sogar die Grenzen anatomischer Forschung überhaupt überstiegen, endlich dass dasjenige, was der jetzigen Wissenschaft erreichbar ist, jedenfalls nur durch das Zusammenwirken vieler Forscher, nicht aber allein durch die Bemühungen eines Einzelnen erreicht werden kann. In diesem Sinne bitte ich die nachfolgenden Mittheilungen und namentlich alles, was darin noch unabgeschlossen erscheinen sollte, aufzunehmen. Ich bin bei denselben vor allen Dingen von der Ansicht ausgegangen, dass die zunächst zu lösende Aufgabe wohl weniger die Ermittelung einer Menge neuer Thatsachen, als vielmehr eine kritische Sichtung der bisher so divergent lautenden Angaben sei. Die Thatsachen selbst aber betreffend, so schien mir zunächst ein mehr schematischer Einblick in dieselben erforderlich zu sein, ein Schema, welches wenigstens die allgemeinen Thatsachen, die groben Charaktere richtig gibt, also kaum einer weiteren Veränderung bedarf, in das aber alle künftigen Erfahrungen hineingetragen werden können. Ich glaube nicht, dass die bisherigen Angaben ein solches Schema erreicht haben, und bin überzeugt, in diesem Ausspruch nicht auf vielen Widerspruch zu stossen. In der That,

wer die Resultate derselben vorurtheilsfrei vergleichen will, der wird vielmehr zugestehen müssen, dass sie im Ganzen wenig dazu angethan sind, zu einer erneuten Aufnahme des schwierigen Gegenstandes zu ermuntern.

Es gibt gewiss wenige Provinzen histologischer Forschung, welche ihrer inneren Bedeutung wegen sich der Bearbeitung so sehr geradezu aufdrängen, als Gehirn und Rückenmark, und gewiss ist auch auf nicht viele eine so ungewöhnliche Mühe von verschiedenen Forschern unausgesetzt verwandt worden. Dennoch kann auch bei einem oberflächlichen Einblick nicht verkannt werden, wie unverhältnissmässig wenige der aufgefundenen oder angegebenen Thatsachen sich das allgemeine Vertrauen nicht nur etwa bei Aerzten und Physiologen, sondern sogar unter den speciellsten histologischen Fachgenossen haben erwerben können, und wie sehr gering die definitive physiologische Ausbeute gewesen ist. Dieses factisch bestehende Missverhältniss zwischen den Resultaten und der aufgewandten Mühe ist gewiss eine sonderbare Erscheinung, aber sie ist nicht zu läugnen. Oder wie viele andere Gebiete können sich rühmen, wenigstens so ausdauernde Bearbeiter gefunden zu haben wie Stilling, wie die Dorpater Schule, wie Kölliker und Andere. Jeder aber, der eine erneute Untersuchung des Gegenstandes unternehmen will, wird sich über den Grund dieser Thatsache klar sein müssen. Es reicht gewiss nicht aus, im Allgemeinen hier bloss auf die Schwierigkeiten der Untersuchung hinzuweisen, jede histologische Schwierigkeit, welche nicht über die Leistungsfähigkeit des Mikroskops hinausgeht, ist in gewissem Sinne überwindlich, und die Namen der Autoren, welche sich schon an dem Thema versucht haben, bürgen für eine solche Auffassung. Allerdings wird nicht geläugnet werden können, dass, abgesehen von aller Methode und ihrer Schwierigkeit, sich in der Masse der angegebenen Thatsachen eine Reihe solcher eingeschlichen hatte, welche eine einfache, ruhige, nüchterne Untersuchung längst hätte ausscheiden sollen und welche nur durch die Autorität einzelner Vertreter als beglaubigt geltend geblieben sind. Dahin rechne ich die sogenannten Anastomosen der Ganglienzellen, welche man, trotzdem dass Kölliker ununterbrochen das ganze Gewicht seiner Autorität gegen sie in die Wagschale legte, immer noch als feststehende anatomische Thatsache behandelt und physiologisch verwerthet sieht. Dahin rechne ich auch, wenn man angegeben findet, dass auf Schnittpräparaten der Uebergang eines Axencylinders ächter Natur in einen Ganglienzellenfortsatz leicht zu beobachten sei, während es doch Thatsache ist, dass beide Verhältnisse, Eintritt des Axencylinders in die graue Substanz und Einmündung desselben in die

Ganglienzelle, nur selten in derselben Ebene stattfinden, im Gegentheil die meisten eingetretenen Axencylinder erst einen langen Bogen beschreiben, ehe sie in die Ganglienzellen einmünden, einige sogar wie um einen Drehpunkt herum in eine vollständig diametrale Bahn hineingelenkt werden, so beim Nervus facialis und acusticus. Wenn man derartige Angaben in grösster Ausdehnung selbst in Arbeiten ausgezeichnetster Forscher findet und sie sich von hieraus schnell in Physiologie und Pathologie zum Theil einbürgerten, so darf, glaube ich, die Pietät gegen jene nicht verhindern, solche Angaben einer scharfen Controlle zu unterziehen und daraus dasjenige zu sondern, auf welches die lebhafte Imagination des Urhebers einen nicht eben günstigen Einfluss ausgeübt hat.

Doch reichen derartige Einzelheiten nicht aus, um die ganzen oben erwähnten Thatsachen zu erklären. Eine wesentliche Ursache der bisher so divergenten Angaben dürfte wohl in der Wahl der betreffenden Methoden gesucht werden müssen. Man ist in letzter Zeit, und wohl mit Recht, darin immer mehr übereingekommen, den Kern aller Untersuchungen der Centralorgane des Nervensystems in die histologische Kenntniss zu setzen, um einem voreiligen und einstweilen planlosen Experimentiren wenigstens vorläufig ein Ziel zu setzen. Damit ist über die übrigen Verfahrungsarten natürlich nicht der Stab gebrochen; im Gegentheil, daran wird Niemand zweifeln, dass erst im Zusammenwirken die Resultate der Entwickelungsgeschichte, der vergleichenden Anatomie der klinischen und pathologisch-anatomischen Beobachtung und endlich des physiologischen Experimentes ein vollkommenes Licht in irgend eine Provinz der Centralorgane werden bringen können. Es liegt meinem Plan fern, die Grenzen jeder dieser Methoden auch nur oberflächlich bestimmen zu wollen, nur gelegentlich werde ich auf derartige Fragen eingehen müssen. Es ist aber kein Zweifel, dass auch in der einseitigen Anwendung irgend einer der genannten Methoden ein Grund zu Meinungsverschiedenheiten bei manchen Punkten gesucht werden muss. Besonders haben die vieldeutigen physiologischen Experimente und unter Umständen ebenso vieldeutige klinische Thatsachen manchenorts zu Erklärungsversuchen verführt, für die eine anatomische Berechtigung noch nicht vorlag. Ich erinnere an die Reflexerscheinungen, an die Kreuzungen, an den Fasernlauf im Rückenmark und dergleichen mehr.

Indem ich zur Besprechung der histologischen Methoden, auf welche ich in diesem Capitel eingehen will, übergehe, möchte ich nur noch auf die eine Thatsache aufmerksam machen, dass die bisherigen Untersuchungen schon aus dem Grunde zum Theil so wenig ergiebige Re-

sultate gehabt haben, weil man mit wenigen Ausnahmen dieselben auf den Menschen allein beschränkte. Zunächst handelt es sich hier, was die Elementartheile anbelangt, um so difficile Verhältnisse, dass nur die frischeste Untersuchung ein erträgliches Resultat versprechen kann, und dann ist der gröbere Fasernlauf gerade hier nicht so in das Auge fallend, dass er schnell zu einem Einblick führt. Ja man darf sogar sagen, dass manche Verhältnisse beim Menschen allein absolut nicht erkennbar seien, wenn nicht Vorstudien bei anderen Säugethieren gemacht sind. Wie viel Ausbeute hier eine vollständige vergleichend anatomische Bearbeitung erwarten lässt, wird Jedem einleuchten, und ich habe bei vorliegenden Untersuchungen auch früher den Plan gehabt, dieselben in dieser, auch wohl in pathologisch-anatomischer Hinsicht weiter auszudehnen, habe aber davon wieder zurückkommen müssen, weil die Arbeit dann gar nicht zu übersehende Dimensionen angenommen haben würde. Aber ich werde im Verlaufe zeigen, wie eine Reihe von Thatsachen, z. B. der Ursprung des Facialis, die Randfasern, die obere Olive beim Menschen so versteckt liegen, dass man sie übersehen muss, wenn man nicht vorher aus der Reihe der übrigen Säugethiere die Verhältnisse kennen gelernt hat, und dass sie auch aus eben diesem Grunde bisher unbekannt geblieben sind.

Ich komme also zu der Besprechung der Untersuchungsmethoden selbst, der ich eine eingehende Erörterung widmen muss.

Die histologischen Methoden, welche seit den ersten Anfängen einer Bearbeitung der Centralorgane des Nervensystemes angewandt worden, sind so zahlreich eben nicht. Die älteren Versuche, mittelst Nadel, Messer etc. die Massen direct auseinanderzulegen oder in etwas späterer Zeit roh zerzupfte Stückchen mikroskopisch zu untersuchen, sind kaum mehr erwähnenswerth. Stilling gebührt das Verdienst, der Erste gewesen zu sein, welcher mit besserer Ueberlegung eine gründlichere Methode eingeführt hat und dadurch der Begründer der ganzen spätern Bearbeitung geworden ist. Diese That und die Ausdauer, mit welcher sie bis auf diesen Augenblick verfolgt worden ist, kann kaum genug anerkannt und muss um so mehr immer wieder hervorgehoben werden, als sich immer mehr die Ueberzeugung ausbildet, dass die wirklichen Resultate Stilling's mit der aufgewandten Mühe in beträchtlichem Missverhältniss stehen. Verfasser hat diese Ueberzeugung auch und stellt die Bitte voran, wo er im Verlaufe dieses seine Ueberzeugung factisch zu beweisen versuchen wird, darin nicht ein absprechendes Urtheil sehen zu wollen. Stilling's Methoden, wie sie in seinem Werke über den Pons Varolii auseinandergesetzt sind und die er immer nur

mit unbedeutenden Veränderungen beibehalten hat, blieben mit wenigen Modificationen das Einzige, bis das Gerlach'sche Imbibitionsverfahren mit seiner trügerischen Schönheit der Präparate alle anderen Verfahren in den Hintergrund drängte und sich zu der fast ausschliesslich benutzten Methode, wenn auch mit einigen Modificationen, erhoben hat. Die ästhetische Befriedigung, welche Mancher in solchen Präparaten findet, hat hier, wie ich glaube, zu einer Ueberschätzung der wissenschaftlichen Bedeutung verleitet. Die Untersuchung des Rückenmarkes und Gehirnes ist aber ein ausserordentlich complicirtes Ding. Die verschiedenen hier zu lösenden Aufgaben sind zum Theil so divergente, dass an die Spitze aller histologischen Untersuchungen der Satz gestellt werden muss, dass ein einziges, wenn auch scheinbar noch so glänzendes Verfahren unmöglich im Stande sein kann, alle hier verlangten Resultate zu ermitteln. Der Zweck bei der histologischen Untersuchung der Centralorgane ist zunächst eine vollkommene und genaue Erkenntniss der Elementartheile an sich und eine darauf gegründete Charakteristik der Gewebe. Daran erst würde sich die zweite Aufgabe schliessen, die genaue Darlegung der Anordnung der Elementartheile, die Untersuchung des Faserverlaufes und der verschiedenen Systeme von Fasern und Zellen. Nur eine oberflächliche Einsicht wird verkennen können, dass diese beiden Aufgaben vollständig divergente Wege zu ihrer Lösung an die Hand geben.

Die Elementarorgane des Centralnervensystems sind im Ganzen und Grossen noch nicht mit der Genauigkeit untersucht worden, welche in so vielen anderen Provinzen schon die Methoden verbesserte, und welche einer fast allgemein eingerissenen Gleichgültigkeit in der Wahl histologischen Verfahrens entgegengetreten ist. Auch für die Centralorgane des Nervensystems lassen sich ohne Frage schärfere Methoden aufstellen, oder die bisherigen sind zu solchen zu erheben und müssen genau benutzbare Resultate geben, wenn nur die Tragweite derselben und die Grenzen der mitgeführten Fehler genauer bestimmt werden. Die Untersuchung der Elementartheile der Centralorgane wird zunächst die Aufgabe haben, dieselben in möglichst unveränderter oder doch vollkommen bestimmbarer Form so zu Gesicht zu bringen, dass alle Charaktere genau erkannt werden können. Es kommt also auf eine zweckmässige Isolirung an und kein Theil wird für hinlänglich erkannt gelten dürfen, bei dem diese nicht in passender Weise gelungen ist. Die ganz frische Untersuchung, so wenig sie unterlassen werden darf und so bestimmte Anhaltspunkte für die Controlle sie bietet, führt doch allein nicht zum Ziel und kann es nicht. Die schwammigen Bindemassen, in welche hier

alle functionell wichtigeren Centraltheile eingebettet sind, setzt der zweckmässigen Isolirung Hindernisse in den Weg und bringt Bilder zum Vorschein, deren Unvollständigkeit man um so besser erkennt, je vollständiger die Isolirung mit anderen Hülfsmitteln gelungen ist.

Der Versuch einer zweckmässigen Isolirung neben gleichzeitiger Erhaltung der Elementartheile kann von verschiedenen Intentionen ausgehen. Man kann Verfahren wählen, welche das eine der zu untersuchenden Gewebe lösen, das andere erhalten und so eine Trennung und Gewebsbestimmung vermitteln. Diese Forderung würde hier zunächst auf eine bessere Lösung des Bindegewebes hinauslaufen. Eine solche kann auf sehr verschiedenem Wege angestrebt werden. Versuche der Art sind schon von Jacubowitsch angestellt worden. Derselbe beabsichtigte, um zu einer Ansicht über die Natur der grauen Masse zu gelangen, Bindegewebe und Nervenmark möglichst vollständig zu entfernen, und liess zu dem Ende verschiedene Thiere mit Rückenmark und Gehirn drei Tage ganz in mit Salzsäure angesäuertem Wasser ununterbrochen kochen, nahm das Rückenmark heraus und brachte einen Theil davon in Chromsäure, einen andern erst in eine schwache Lösung von Schwefelsäure und dann nach einigen Wochen in Chromsäure. Experimente der Art, die in dieser Form nicht nachgemacht zu werden verdienen, können natürlich bei Gebilden von so extremer Feinheit, wie die Ausläufer der Ganglienzellen etc. sind, nicht weiter in Frage kommen, und hatten, wie alle ähnlichen, nur bis dahin eine gewisse Berechtigung, so lange man nur unvollständige Massen der Nerven und Zellen, die allerdings resistenter sind, erkannt hatte. Zu den hier in Betracht kommenden Methoden gehören weiter die in neuester Zeit bei Gelegenheit der Untersuchungen über Endigung der Nerven in den Muskeln empfohlenen Verfahrungsarten. So die Kühne'schen und Kölliker'schen Methoden, deren Wesen in der Anwendung einer bestimmten Concentration von Mineralsäure- und Essigsäurelösung besteht, dem Kühne noch die Anwendung einer nachträglichen höheren Temperatur zugefügt hat. Hierher gehört auch die Anwendung starker Alkalien. Was diese Verfahren angeht, die ich bezüglich der speciellen Durchführung als bekannt voraussetzen darf, so habe ich sie fast alle versucht, zum Theil auch noch in anderen Concentrationen wie die von den Autoren angegebenen, bin aber allmälig wieder von denselben zurückgekommen. Ausserdem habe ich noch die beiden von Rollet zur Isolirung der Bindegewebsfibrillen angegebenen Flüssigkeiten, das übermangansaure Kali und das Barytwasser, in verschiedener Verdünnung in Anwendung gezogen, die auch einen wenigstens ähnlichen Erfolg er-

warten liessen. Es ist bei der Benutzung der genannten Reagentien natürlich etwas anderes, ob man dieselben vorübergehend mit Bezug auf irgend eine ihrer Eigenschaften oder als vollständiges Entfernungsmittel des Bindegewebes anwenden will. In letzterer Beziehung und in Hinsicht auf eine dadurch zu erzielende Isolirung will ich nicht bezweifeln, dass bei allen diesen sich möglicherweise noch passendere Concentrationsgrade werden finden lassen. Ich bin aber von Versuchen der Art zurückgekommen, weil mich andere gleich zu nennende Methoden mehr befriedigten. Zudem lässt sich nicht verkennen, dass sich der Anwendbarkeit obengenannter Flüssigkeiten nach einer Richtung hin principielle Bedenken in den Weg stellen. Wenn man das unendlich complicirte Fasergewirr bedenkt, welches die graue Substanz in demnächst auseinanderzusetzender Weise zusammensetzt, und welches eine bedeutend grössere Masse der feinsten Nervenfäserchen enthält als bis jetzt bekannt ist, so wird man begreifen, dass jede vollständige Entfernung der Bindemassen sie in leichtester Weise zu einem unentwirrbaren Knäuel wird verwickeln müssen. Alles was bei Trennung von Muskelbündeln, auch wohl bei Trennung der Fasern der weissen Substanz möglicherweise seine Vortheile haben kann, das muss bei der grauen Masse die Verhältnisse nur noch mehr compliciren. Die weisse Substanz lässt es allerdings thunlich scheinen, derartige Hülfsmittel anzuwenden, und da wird es keine Frage sein, dass das Verfahren mit den bei Muskelprimitivbündeln angewandten ziemlich genau übereinstimmen könne. Was aber die graue Masse angeht, so ist es wohl anzunehmen und durch den Versuch zu bestätigen, dass die ausserordentlich feinen Gebilde weder eine höhere Temperatur, noch irgend eine der genannten eingreifenderen Reagentien ertragen werden, auf jeden Fall aber dadurch mehr alterirt werden müssen, wie durch die gleich zu erwähnenden anderen Verfahrungsarten.

Eine andere Sache ist es freilich, wenn man die genannten Wirkungen zu temperiren und bei gleichem Prinzip doch nur die Anfänge der vollständigen Entfernung des Bindegewebes zu erreichen strebt. Um daher die Vortheile dieses Prinzips mit den nachfolgenden zu verbinden, habe ich einen Mittelweg versucht, der mir allerdings schöne Resultate geliefert hat und über dessen Wirkung auf bestimmte Elementartheile ich im Verlauf das Einzelne anzugeben habe. Ich liess nämlich eine äusserst verdünnte Lösung von caustischem Natron, auch wohl von Kali carbonicum nur ganz kurze Zeit einwirken, der Art, dass nur ein kleiner Theil des Bindegewebes vollständig entfernt, die andere Masse aber den ersten Grad eines gelatinös durchscheinenden Aufquellens

zeigte, und setzte das auf diese Weise etwas veränderte Präparat den sogleich zu beschreibenden dünnen Chromsäurelösungen aus. Da indessen selbst die dünnsten Lösungen derartiger Flüssigkeiten viele der feinen Elementartheile nicht unversehrt lassen, so schien es vortheilhaft, auch den umgekehrten Weg zu versuchen, nämlich das Präparat zuerst der Einwirkung der Chromsäure und später erst derjenigen ätzender Flüssigkeiten auszusetzen. Ich erwähne hier nur der kaustischen Alkalien, weil mir ähnliche Versuche mit Mineralsäuren in den verschiedensten Concentrationsgraden nur negative Resultate ergeben haben. Es ist nun keine Frage, dass man auf dem eben angegebenen Wege auf bestimmte Concentrationsgrade kommt, welche für jeden Elementartheil jeder Gegend die geeignetste Isolirung und Conservirung gestatten. Meine Resultate gebe ich gleich an und möchte derartige doppelte Behandlungsweisen, die gewiss der mannigfachsten Vervollkommnung fähig sind, angelegentlichst empfohlen haben und glaube, dass sie auch an anderen Orten schöne Resultate liefern werden.

Für weit wichtiger bei der Untersuchung der Centraltheile des Nervensystemes möchte ich aber solche Methoden halten, in denen ein vollständig lösender und entfernender Einfluss auf gewisse Theile umgangen, die Trennung verschiedenartiger Gewebe dagegen auf anderem Wege angebahnt wird. Das Einfachste ist hier natürlich Zerzupfung des Gewebes in einer Flüssigkeit, welche dem normalen thierischen Parenchymsaft möglichst nahe steht, oder ihm geradezu entnommen wurde. Schon vorhin wurde bemerkt, dass man bei den Centralapparaten auf diesem Wege zu einem genügenden Resultate von vornherein nicht kommen kann, weil die spongiöse Bindemasse die verschiedenen Theile zu fest untereinander verklebt. Auch die blosse Maceration in solcher Flüssigkeit hat keine bessere Wirkung. Methoden der Art werden daher nur zur Controlle für bestimmte Facta benutzt werden dürfen, über die die anderen Verfahren schon Aufschluss gegeben haben, aber allein können sie über die meisten Fragen nicht entscheiden. Man bleibt daher auf Methoden angewiesen, bei welchen die Elementartheile zwar geringen Veränderungen unterliegen, die jedoch nur mit Vortheilen für die Untersuchung, Erhärtung einer-, Maceration andererseits, verbunden sind. Die meiste Anwendung haben hier die Lösungen der Chromsäure und des doppeltchromsauren Kali gefunden. Sucht man solche Lösungen nach dem Vorgange von M. Schultze[1]) möglichst

[1]) Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1856. S. 511. — Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae 1859. — Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862, S. 78 ff.

vorsichtig aus, so wird man auf Concentrationsgrade geführt, wo die erhärtende und coagulirende Wirkung sich nur auf die ersten Grade beschränkt, und so wenig Veränderung hervorruft, dass die Gewebe dem Zustande im Lebenden fast gleich bleiben. Die Wirkung derartiger dünner Lösungen ist nicht ganz klar. Die zweckmässigsten sind so dünn, dass von einer beträchtlichen Coagulation schwerlich die Rede sein kann und die Zeit der Untersuchung muss eine so frühe sein, dass auch Fäulniss noch nicht eingetreten ist; die ersten Spuren einer solchen verderben oder paralysiren die Wirkung. Das Ansehn isolirter Massen ist aber dann dem normalen frischen Präparat übereinstimmend. Quellung, Maceration, Imbibition, Coagulation mögen hier zugleich in einer schwer controllirbaren Weise wirken, und dadurch die unterscheidenden Bilder hervorrufen. Ich möchte annehmen, dass die schwammige Bindemasse anfangs so gut wie gar keine Coagulation erfährt, vielmehr durch die dünne Mischung bloss aufgequollen erscheint, während in den Zellen das Protoplasma die gelöste Chromsäure in ähnlicher Weise an sich bindet, wie den infiltrirten Farbstoff bei der Carmin-Imbibition. Diesem Act ist wohl die Wirkung am nächsten zu vergleichen und daher denn auch die gelbe Färbung, welche die Zellen besonders bei etwas concentrirteren Lösungen der Chromsäure und des doppeltchromsauren Kali erfahren und auf welche die meisten Beobachter aufmerksam gemacht haben.

Um nun nach solchem Principe eine Isolirung der Zellen zu erreichen, habe ich die verschiedensten Concentrationsgrade verschiedener Flüssigkeiten versucht, unter denen ich kaustische und kohlensaure Alkalien, Essigsäure, Oxalsäure und verdünnte Salzsäure namhaft machen will, auch verdünntes Barytwasser. Manche der genannten sind nicht absolut verwerflich, aber ich bin immer wieder zu der Chromsäure und dem doppeltchromsauren Kali zurückgekommen und möchte anderen Untersuchern ein weiteres Experimentiren einstweilen abrathen.

Bei Anwendung der genannten Medien überzeugt man sich leicht, dass die Grenzen, innerhalb welcher verschiedene Concentrationen einer Flüssigkeit bestimmte Elemente leicht aus ihrer Umgebung auslösen und ihre Charaktere erhalten, meist enge sind, dass also eine bestimmte Concentration kaum ohne Nachtheil geändert werden darf. Man sieht ferner, dass es von der Verschiedenheit der Elementartheile und von der Verschiedenheit ihrer Umgebung abhängt, ob die Isolirung gelingt, dass die Methode nicht immer den Werth eines chemischen Reagens für eine bestimmte Form besitzt.

Sollen nun Theile des Gehirns oder Rückenmarkes mit derartigen

Flüssigkeiten behandelt werden, so müssen jene zunächst absolut frisch sein, wo möglich noch warm. Gerade die Theile, an denen dem Untersucher am meisten liegen muss, vertragen auch nicht den geringsten Grad einer eintretenden Zersetzung, und das ist ohne Zweifel der Grund, weshalb manche Punkte noch so vollständig unbekannt geblieben sind. Ich rathe daher im Allgemeinen einstweilen von menschlichen Centralorganen abzusehen, bei denen über manche Punkte nur selten oder nie ins Klare zu kommen ist. Am meisten empfehle ich Kalb und Rind, die prachtvoll ausgebildete Elementartheile besitzen, und sich daher besonders für das erste Studium am besten eignen.

Sucht man nun nach einem passenden Concentrationsgrad der zu benutzenden Flüssigkeit, so wird man leicht dazu kommen, eine Reihe verschiedener als absolut untauglich auszuscheiden; so z. B. bei der Chromsäure über $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ Gran auf die Unze Wasser, bei dem chromsauren Kali über 2 Gran. Aber auf die feinsten Unterschiede haben doch so manche Nebenumstände Einfluss, dass man fast immer gut thut, mit einer Reihe von verschiedenen Lösungen zu experimentiren. Die Grade sind verschieden bei älteren und jüngeren Thieren, also beim Ochsen und Kalbe, je nach der Temperatur, in der das Präparat aufbewahrt wird, je nach dem Verhältniss zwischen Grösse des Präparats und Menge der überstehenden Flüssigkeit, je nach der frischeren Beschaffenheit oder beginnenden Zersetzung. In den heissesten Tagen im Sommer war es mir oft fast unmöglich, die Theile unversehrt zu erhalten. Ganz allgemeine Vorschriften lassen sich daher nur annäherungsweise geben, sie sind fast für jedes Thier, für jede Zeit etc. in irgend einer Weise abzuändern. So findet man auch, wenn man mehrere Stücke in einem Glase aufbewahrt hat, einige vortrefflich, andere kaum brauchbar, Verhältnisse, die sich oft jeder Berechnung entziehen.

Im Allgemeinen rathe ich eher, auf grössere Stücke eine geringe Menge Flüssigkeit zu giessen als umgekehrt, ganz in derselben Weise wie dies von M. Schultze ausführlich beschrieben ist, auf dessen Angaben ich überhaupt verweisen muss. Die Oberfläche des Stückes erhält etwas gelatinös Durchscheinendes, leicht Zerreissliches, und ist nur in diesem Zustande brauchbar, nicht aber, wenn sich eine dichte derbe Rinde gebildet hat. Im Allgemeinen sind es, wie ich gleich bei den einzelnen Verfahren angeben will, nur wenige Tage, während denen sich ein Präparat tauglich erhält. Sind die Stücke in dem richtigen Zustande, so rathe ich, keine Schnitte zu machen, die, abgesehen davon, dass sie die Elementartheile durchschneiden können, auch die Theile immer etwas aneinander drücken und so die Isolirbarkeit stören. Man hebe vielmehr

mit einem spitzen Messer aus der zu untersuchenden Partie kleine Stückchen heraus und zerzupfe diese aufs Feinste. Das ganze Verfahren würde sich also darauf beschränken, möglichst frisches Gehirn und Rückenmark in die Conservationsflüsssigkeit zu legen und nach bestimmter Zeit zu untersuchen. Es ist vortheilhaft, die einzelnen Stücke nicht zu gross zu nehmen, um der eindringenden Flüssigkeit möglichst viele Berührungsstellen zu geben, auch die Pia mater zu entfernen. Auch während der vorbereitenden Präparationen darf das frische Präparat nicht in Wasser gebracht werden. Die Flüssigkeiten, die ich anwende, sind also Lösungen von Chromsäure und doppeltchromsaurem Kali, auch habe ich, wie gleich auseinanderzusetzen, eine Verbindung dieser Stoffe mit kaustischem Natron versucht. Die genannten Flüssigkeiten haben jede ihre Vor- und Nachtheile, abgesehen von den specifischen Reactionen einzelner Elementartheile. Das chromsaure Kali dringt entschieden leichter ein, durchdringt die Theile viel gleichmässiger und giebt ihnen in den brauchbaren Verdünnungen eine grössere Festigkeit. Ich pflege die Stücke anfangs in eine Lösung von $^1/_2$ Gran zu bringen und diese bis zum zweiten Tage nicht zu wechseln; die Lösung ist dann durch das ausgetretene Blut durchtränkt und der normalen thierischen Flüssigkeit ähnlich gemacht, eine Fäulniss tritt bis dahin nicht ein; fast alle Theile können um diese Zeit schon untersucht werden, und manche vertragen keine stärkere Lösung. Soll aber das Präparat noch länger aufbewahrt werden, und oft ist um diese Zeit die Isolirung noch nicht möglich, so muss die Lösung gewechselt und mit einer stärkeren vertauscht werden; man kann dann eine Lösung von 1 und am nächsten Tage von 2 Gran auf die Unze Wasser nehmen. Stärkere Lösungen finde ich nicht passend. In solcher 2 gränigen Lösung erhält sich dann das Präparat wohl noch einige Tage, und manche Theile sind selbst dann noch unversehrt, wenn schon entschiedene Zersetzungserscheinungen eintreten. Doch nimmt im Ganzen die Tauglichkeit schnell ab. Wird das Präparat gleich in eine ein- oder zweigränige Lösung gebracht, so bildet sich eine äussere gelbliche harte Rinde, welche das Eindringen weiter hindert, und meist gelingt es dann nicht, die Elemente passend zu isoliren. Auch längeres Verweilen in der Flüssigkeit, selbst wenn eine Fäulniss hinzutritt, bringt allemal keine Erweichung hervor; ich habe in dieser Beziehung ein wochenlanges Liegen in derartigen Lösungen bis zu 4 Gran versucht, sowohl erneuert als nicht, ohne einen erträglichen Erfolg zu haben.

Wenn man nun sieht, wie für manche Gewebspartien schon $^1/_2$ grän. Lösungen des doppeltchromsauren Kali für den Anfang zu stark sind,

die Theile zu fest aneinander ankleben, so liegt es nahe, selbst diesen Verdünnungsgrad erst allmälig zu erreichen. Ich habe dies in doppelter Weise versucht, sowohl indem ich von dünnster Lösung dieses Mittels, $^1/_8$ bis $^1/_4$ Gr., erst allmälig bis dahin stieg, oder indem ich die Massen anfangs mit dünnen Chromsäurelösungen behandelte, die dann bald mit chromsaurem Kali vertauscht wurden. Auf diese Weise können die Vortheile beider Flüssigkeiten verbunden werden. Die Anwendung der feinsten Chromsäureverdünnungen hat zunächst den Vortheil, die Gewebselemente in möglichst intactem Zustande zu erhalten und dabei die Isolirung zweckmässig vorzubereiten. Die Massen werden dabei so locker, wie es das doppeltchromsaure Kali nicht erreicht, und es scheint nur an der geringeren Festigkeit der Theile zu liegen, dass nicht für alle die Isolirung gleich leicht möglich ist; für manche Theile ist sie aber die einzige. Ich bediene mich Lösungen von $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ Gr. auf die Unze, nicht darüber und nicht darunter; in diesen können die Theile 2×24 Stunden liegen bleiben, unerneuert, ohne dass Spuren von Zersetzungen eintreten; schon dann und besonders am dritten Tage, nachdem man einmal erneuert hat, lösen sie sich weit ausgezeichneter. Für die Untersuchung vieler Verhältnisse des kleinen Gehirns wüsste ich kaum ein besseres Mittel — freilich nicht für alle. Länger wie die genannte Zeit erhalten sich die Theile in dieser Flüssigkeit nicht, und für manche ist es daher mit den Chromsäureverdünnungen nicht allein möglich, den richtigen Grad von Maceration und zugleich von Erhärtung zu erhalten. Viel hängt hier von der Umgebung ab. So isoliren sich auf diese Weise die grossen Zellen des kleinen Gehirns mit ihren langen Ausläufern vortrefflich, weil sie in regelmässiger Reihe, nicht aufeinander gedrängt in der zarten Bindemasse, die leicht zerfällt, eingebettet liegen. Die grossen motorischen Zellen der Vorderhörner aber, die mit den genannten des kleinen Gehirnes in den wesentlichsten Punkten übereinstimmen, sind in diesen Concentrationsgraden schwer, oft gar nicht vollständig zu lösen. Sie sind nämlich in der unregelmässigsten Weise angeordnet und nicht nur in eine Bindesubstanz, sondern in ein dichtes Gewebe von anderen Zellen und Nervenfasern eingebettet. Unter solchen Umständen führt also die Chromsäure allein, so ausgezeichnete Resultate sie an und für sich giebt, nicht zum Ziel. Es schien daher zweckmässig, ihre Anwendung später noch mit der des doppeltchromsauren Kali zu verbinden, welches einmal die Fäulniss viel länger verhindert, auf anderer Seite auch den Theilen eine grössere Festigkeit zu geben im Stande ist. Auch dabei lassen sich schöne Resultate erhalten. Ich pflege also dann nach zweitägiger Anwendung der Chromsäure die

Stücke zuerst in chromsaures Kali von $^1/_2$ Gr., am nächsten Tage in eine Lösung von 1 Gr. und dann wohl noch von 2 Gr. zu bringen. Höher kann man nicht gehen. Da nun bei dieser Anwendung doch oft genug die Festigkeit bald eine solche wird, dass sie die Isolirung beeinträchtigt, so lag es nahe, wieder nach einem Mittel zu suchen, welches das umgebende Bindegewebe in einen noch viel lockereren Zustand versetzte, ohne dabei gleichzeitig die wichtigen nervösen Formelemente zu zerstören. Ich glaube auch ein solches Mittel in der Anwendung äusserst verdünnter Alkalien gefunden zu haben, wenn die Elementartheile erst durch sehr feine Chromsäureverdünnungen in einen Zustand etwas grösserer Resistenz gebracht worden sind. Nach blosser Anwendung von derartigen Alkalien wird dann diese Resistenz einfach wieder etwas herabgesetzt. Dies allein reicht aber zu besserer Isolirung nicht aus. Lässt man dagegen nachträglich wieder chromsaures Kali einwirken, so gelingt es, die nervösen Formbestandtheile wieder zur alten Festigkeit zu bringen, während die Bindemasse ihre lockere, lose Beschaffenheit beibehält. Daraus würde sich dann als rationell ein complicirtes Verfahren ergeben, was ich als sehr geeignet empfehlen kann. Man bringe die Theile zuerst in eine Lösung von Chromsäure von $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$, wohl zuweilen $^1/_{10}$ Gr. Nach zweitägigem Liegen vertausche man diese Lösung mit einer von Kali causticum, einen Tropfen Liquor Kali caustici Ph. bor. (enthält ungefähr 28 Theile Kali hydr.) auf die Unze Wasser. In dieser bleiben die Massen eine Stunde liegen, nicht länger; dieselben fangen dann aber an, an den Rändern eine etwas durchscheinende Beschaffenheit zu zeigen, die man nicht zu weit gehen lassen darf. Nach einer Stunde nehme man das Stück heraus, suche vorsichtig alle Spur zurückbleibenden Alkalis zu entfernen, entweder durch einen Tropfen Oxalsäure oder durch öfteres Umgiessen mit einer äusserst dünnen Chromsäure oder chromsauren Kalilösung und bringe eine Lösung von chromsaurem Kali Gr. $^1/_2$ hinzu. Diese wird am nächsten Tage mit einer 1 grän. und diese endlich mit 1- bis 2 grän. Lösung vertauscht.

Die genannten verschiedenen Verfahrungsweisen sind nun natürlich bei den verschiedenen Theilen, für verschiedene Thiere etc. verschieden, und sie können möglichst vervielfältigt werden. Jedenfalls möchte ich rathen, sich nicht mit einer zu begnügen. So z. B. ist das combinirte Verfahren mit Chromsäure, Kali causticum und chromsaurem Kali für grössere Thiere mit festem Mark, z. B. dem Ochsen, bei manchen Theilen fast unentbehrlich, während für dieselben Theile beim Kalbe eine einfache chromsaure Kalilösung weit bessere Dienste leistet. Ich werde

das Genauere bei den einzelnen Theilen anzugeben Gelegenheit finden. So sehr ich nun die genannten Verfahrungsweisen für ausreichend erprobt halte, und so sehr, wie ich glaube, die erhaltenen Resultate für ihre Zweckmässigkeit sprechen, so brauche ich doch wohl kaum zu erwähnen, wie hier mehr wie anderswo Zufälligkeiten, welche sich aller Berechnung entziehen, einwirken können, und daher oft genug trotz aller Richtigkeit der Behandlung die Resultate ausbleiben. Wer daher bei den ersten misslungenen Versuchen die Geduld verliert, der wird allerdings nicht darauf rechnen können, zu einem Einblick in die Verhältnisse zu gelangen, ebenso wenig wer bei dem ersten Präparate die richtigen Bilder erhalten zu müssen glaubt. Aber bei einer grossen Ausdauer werden dieselben nicht fehlen. Man vergesse nicht, dass hier die sogenannten Methoden nicht immer die exacte Bedeutung eines Experimentes haben, sondern dass man darauf rechnen muss, über Zufälligkeiten etc. Herr zu werden. Wenn man strebt, bestimmte Faserzüge zu erhalten, so reicht es nicht aus Flüssigkeiten zu finden, welche sie conserviren, sondern solche, bei denen andere Gewebe alterirt, und sie selbst am Zerbrechen, am Abreissen gehindert werden. Aber die Intentionen eines genauen Versuches müssen jedenfalls gewahrt sein, es müssen die Flüssigkeiten gekannt sein, welche die Theile bestimmt erhalten oder zerstören können, und erst dann wird die Lösung gesucht werden dürfen, welche die erhaltenen Theile auch zur Anschauung bringen kann. So ist es mir z. B. noch nicht gelungen, an den Zellen des Ursprunges des Trochlearis, die ich unten beschrieben habe, Fortsätze zu finden, welche doch sicher vorhanden sind; aber dies deutet noch nicht auf eine bestimmte chemische Natur dieser fraglichen Ausläufer, sondern die locale Anordnung kann eine solche sein, dass dieselben fast immer abzureissen genöthigt werden.

Ich glaube nun, dass Methoden wie die eben genannten, die auch nach demselben Princip noch vervielfältigt werden können, vollkommen ausreichen, um Alles zu erkennen, was einstweilen verlangt werden kann, und dass, wenn auf diesem Wege d. h. durch Aufklärung der gesammten Formerscheinungen keine Unterschiede zur Wahrnehmung kommen, andere, die etwa vorhanden sind, zunächst kaum eine bestimmte Geltung gewinnen können. Ich meine dies insbesondere in Beziehung auf einige neue Bestrebungen, bestimmte charakteristische Gewebsunterschiede durch einfachere aber unwesentlichere chemische Differenzen ans Licht zu setzen. Schon früher hatte man auf die charakteristische Färbung aufmerksam gemacht, welche die Nervenzellen durch die Chromsäurebehandlung erleiden, die dabei entschieden gelb erscheinen. Dies war

der einzige unterscheidende Charakter, der nach Bidder[1]) für Nerven- und Bindegewebszellen übrig zu bleiben schien. In letzterer Zeit hat dann Mauthner[2]) angegeben, in der Carminfärbung ein passendes Mittel zu einer charakteristischen Unterscheidung von zelligen Elementen des Centralnervensystems gefunden zu haben. Ueber die Färbung im Allgemeinen, die, wenn man nicht mehr von ihr verlangt, als sie leisten kann, eine leichte und leicht verständliche Methode ist, werde ich sogleich einige Worte hinzufügen, hier nur in soweit, als dieselbe zur Unterscheidung von Elementartheilen benutzt worden ist.

Mauthner's Methode, wenn man sein Verfahren anders mit diesem Namen bezeichnen kann, besteht darin, dass in Chromsäure erhärtete Präparate mit Lösungen von carminsaurem Ammoniak, davon er sich verschiedener Concentrationen bedient, behandelt werden. Dabei sollen die verschiedenen Zellen verschiedene Grade der Imbibition zeigen und zwar sollen daraus wirkliche specifische Unterschiede resultiren. Auf die Zelleneintheilung, die daraus gemacht worden und die ausserordentlich leicht zu widerlegen ist, gehe ich bei Betrachtung der Ganglienzellen selbst näher ein. Die Imbibition mit Carmin in der feinen Verdünnung, wie sie von Gerlach vorgeschlagen wurde ist jedenfalls, wie Gerlach schon bemerkt, ein Vorgang, der nicht nach einfachen Diffusions- und Quellungszuständen zu erklären ist, sondern der eine bestimmte chemische Beschaffenheit der Zellen selbst voraussetzt, der zufolge dieselben die Farbstoffe aus der Flüssigkeit anziehen. Bleiben wir dabei zunächst stehen, ohne den nicht ganz erklärten Vorgang weiter zu verfolgen, so würde daraus allerdings sich ergeben, dass verschiedene chemische und physikalische Constitutionen eine verschiedene Attraction des Farbstoffes nach sich ziehen, also auch umgekehrt aus einem verschiedenen Bilde eine verschiedene chemisch-physikalische Constitution geschlossen werden darf. Insofern, das kann zugegeben werden, könnte vielleicht aus dem Mauthner'schen Verfahren eine Methode gemacht werden. Man gehe nun von diesem allgemeinen Principe auf die thatsächlichen Verhältnisse ein und wird sich sagen müssen, dass neben diesem Umstande in lebenden Objecten noch eine grosse Menge von Thatsachen zusammenkommen, welche auf die Infiltration von Einfluss sind. Zunächst mache ich darauf aufmerksam, dass es von der Anhäufung infiltrirbarer Stellen abhängt, ob die einzelnen einen be-

---

[1]) Bidder und Kupfer. Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes, 1857, S. 32.

[2]) Beiträge zur näheren Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystemes. Wien 1862. 4. S. 3.

stimmten Grad von Imbibition zeigen; zerstreute grosse Ganglienzellen imbibiren viel leichter als eine Menge kleiner auf einen Haufen geballte und von lockerem Bindegewebe umgebene. Ueberhaupt imbibiren die Theile schwerer, welche in eine Masse von lockerem Bindegewebe eingehüllt sind, welches sich selbst gleichmässig imbibirt und daher eine grosse Menge des Farbstoffs an sich zieht. Es hängt davon ab, welche Schicht der Farbstoff zu durchwandern hat, ehe er an bestimmte zellige Theile kommt, also in welche Gewebe die betreffenden Zellen eingebettet liegen. Man vergleiche in dieser Beziehung die verschiedene Infiltrirbarkeit von Zellen derselben physiologischen Bedeutung, also z. B. die motorischen Zellen der Vorderhörner und die verschiedenen Theile des Rückenmarkes, aus denen Hypoglossus, Vagus, Facialis, Oculomotorius entspringen, und man wird von Verschiedenheiten sich überzeugen, die jedenfalls gross genug sind. Die Infiltrirbarkeit ist bei verschiedenen Thieren, in verschiedenem Alter, eine sehr verschiedene, wovon Mauthner sich überzeugt haben wird. Was ferner sehr wichtig ist, die Infiltration, wie sie meist geübt wird und wie sie auch Mauthner beschreibt, ist ein Vorgang, der an mit Chromsäure behandelten Präparaten vorgenommen wird, und der also die Wirkung der Chromsäure voraussetzt und von ihr abhängt. Nun ist es aber eine sichere Thatsache, dass durch die Chromsäure und durch das doppeltchromsaure Kali die Zellen in der verschiedentlichsten Weise verändert werden, dass manche Zellen die starken Chromsäurelösungen absolut nicht vertragen, andere darin intact bleiben; es handelt sich hier also immer um zwei combinirte Wirkungen. Auch hier ist es von Wichtigkeit, in welcher Weise die vorher angewandte Flüssigkeit das Präparat schon vorbereitet hatte. Soviel ich finde, imbibiren viele Präparate mit dem chromsauren Kali behandelt viel schlechter, wegen der mehr gleichmässigen Imprägnation, welche das Präparat erhält. Daraus ergiebt sich, dass, wenn aus dem Mauthner'schen Verfahren eine vernünftige Methode gemacht werden soll, dasselbe einen bestimmten bekannten Grad der Chromsäureeinwirkung und einen ebenso bestimmten bekannten Grad der Carmineinwirkung voraussetzt. Wird auf diese Weise untersucht, dann kann man wohl auf Verschiedenheiten rechnen, die aber einem ausserordentlich complicirten Verfahren entnommen sein würden. Aber was wäre damit gewonnen? Man wird auf massenhafte Unterschiede kommen, welche keinen grösseren Werth hätten, als wenn man mit minutiöser Genauigkeit die Form der Zellen in verschiedenen Gegenden, deren Zahl Legion ist, abbilden wollte. Oder wer wird den Zellen verschiedener Gegenden überall vollkommen gleichen

chemisch-physikalischen Charakter zuschreiben wollen, oder wer es wollte, der kann sich leicht überzeugen, wie bei den Zellen von gleicher physiologischer Function kaum zwei Partien vollständig übereinstimmen, wie dieselben vielmehr Unterschiede in der Grösse, der Form, der Festigkeit, der Zahl und Verästelung der Ausläufer, in der Pigmentirung, in dem Grad der Körnigkeit des Protoplasma etc., also eine Menge von Verschiedenheiten zeigen, welche nach Chromsäureeinwirkung verschieden hervortreten und daher eine gleichmässige Imbibition unmöglich machen. Derartige Unterschiede sagen aber Nichts wie reine Zufälligkeiten, und wer auf sie Werth legt, der braucht nur mit dem ersten besten andern Reagens, mit dem ersten besten Farbstoff oben hin zu experimentiren, und er wird auf Unterschiede stossen, jedenfalls so gross wie die Mauthner'schen. Diese genannten theoretischen Bedenken stelle ich der directen Beobachtung an die Seite. Ich frage zunächst, ob man an jedem Schnitt, der z. B. bloss ein Vorderhorn zeigt, alle Elemente in gleicher Weise imbibirt findet; Niemand wird es bejahen; ich finde sogar die verschiedensten Formen hier unmittelbar neben einander. Abgesehen von den Resultaten an Schnitten habe ich auch Verfahren angewandt, die das Experiment in möglichster Reinheit ergeben. Ich legte nämlich Stücke, die nach der oben beschriebenen Methode in dünnster Chromsäure macerirt waren, nach dem zweiten Tage in die gewöhnliche dünne Carminlösung und untersuchte den Effect an vollständig isolirten Zellen. Da kann ich denn versichern, und ich glaube Jeder wird es leicht constatiren können, dass sich die Sachen ganz anders verhielten als es von Mauthner angegeben ist, dass sich nämlich bei allen zunächst der Kernkörper, dann der Kern intensiv roth färbt und dann allmälig die Zellenkörper in blasser Färbung nachfolgen. Oft sehe ich auch in Zellen ganz gleicher Beschaffenheit ein Stadium einer ganz blassen aber gleichmässigen Färbung durch die ganze Zelle vorangehen. Ich kann dies bei Säugethieren für motorische, sensible, psychische Zellen behaupten, auch besonders für die grossen Zellen des kleinen Gehirnes etc. Ganz frische Präparate geben dieselben Resultate. Mauthner hat nun allerdings Säugethiere nicht untersucht, aber auch beim Heeht habe ich im Wesentlichen dieselben Resultate erhalten.

Ich komme zur Besprechung derjenigen Methoden, welche sich die Untersuchung grösserer Schnitte oder Schnittpartien aus erhärteten Präparaten zum Vorwurf machen. Es ist keine Frage, dass Ansichten über den Faserverlauf im Ganzen wie im Einzelnen, also über die Architektonik im Grossen, ohne solche Methoden nicht gewonnen werden können. Es kann aber ebensowenig fraglich sein, dass auch bei sol-

GLASGOW UNIVERSITY LIBRARY.

cher Untersuchung bestmöglichste Erhaltung aller Elementartheile in ihrer Lage das Ziel sein muss — ein Ziel, das auch in vieler Beziehung zu erreichen ist. Erfolge wie bei dem angegebenen Macerationsverfahren dürfen aber hier nicht entfernt erwartet werden, und es ist keine Frage, dass alle Beobachtungen, welche derartige feine Verhältnisse an in Alkohol und starker Chromsäurelösung erhärteten Präparaten herauszubringen versucht haben, mit Nothwendigkeit mangelhafte Resultate ergeben mussten. Ein Hinblick auf die Entdeckungen, welche Stilling, Jacubowitsch, auch Mauthner über die feinere Structur der Nervenprimitivfaser und dergleichen gemacht haben wollen, beweist dies, noch mehr aber der Mangel an jeder sich wirklich auf die feinsten Verhältnisse beziehenden Kenntniss, und die grosse Anzahl von Täuschungen, welche über Ganglienzellen, ihre Ausläufer, ihre Anastomosen etc. sich erhoben haben und noch immer ihre hartnäckigen Vertreter finden. Es kann aber keine Frage sein, dass gröbere Verhältnisse, wie die allgemeinen Verzweigungen der Ganglienzellen, ihr Uebergang in Axencylinder, unter Umständen der Verlauf und die Unterscheidung der Axencylinder und Bündel, an erhärteten Präparaten erhalten werden können, ja dass sogar feinere Unterscheidungen möglich sind. Dann müssen aber selbst diese scheinbar sich wenig unterscheidenden Verfahren mit einer gewissen Methodik ausgeführt und die Grenzen bestimmt werden, welche in jedem Falle zu erwarten sind.

Ich gebe im Folgenden die Methoden, welche sich mir im Allgemeinen als die besten ergeben haben. Die Erhärtung des Präparates in bestimmten Flüssigkeiten hat gegenwärtig nicht mehr bloss die Intention, das Präparat zur Gewinnung feinster Schnitte tauglich zu machen; eine weitere Bedeutung erhält das Verfahren als Vorarbeit des Gerlach'schen Imbibitionsverfahrens. Ehe ich über letzteres meine eigenen Erfahrungen mittheile, möchte ich zunächst über das blosse Erhärten und die ungefärbten Schnittpräparate meine Meinung abgeben, ein Verfahren, welches keineswegs unbedingt verlassen zu werden verdient. Wenn eine Erhärtung in bestmöglicher Weise gelungen ist, die Schnitte hinlänglich fein und die Aufhellung passend, so bleiben die Nervenfasern fast durchweg ganz intact, wenigstens die breiteren, die schmaleren allerdings nicht ganz vollständig in gleicher Weise. Auch die Ganglienzellen bleiben, wenigstens die motorischen, ziemlich unverändert. Die anderen aber, besonders die sensiblen, werden mehr verändert, leicht zerstört etc. Eine Verfolgung der Ganglienzellenfortsätze auf längere Strecke ist aber hier jedenfalls nicht thunlich und im Allgemeinen halte ich es nicht für möglich, auf einen noch so gelungenen

aber nicht gefärbten und also mit dunkelem Myelin versehenen Schnitte den Uebergang eines Ganglienzellenfortsatzes in eine Nervenfaser zu sehen, geschweige denn über etwaige Verbindungen zwischen benachbarten oder entfernteren Ganglienzellen ins Klare zu kommen. Für den allgemeinen Faserverlauf aber scheint solche Methode fast noch geeigneter wie die Imbibition, und ist es gewiss in jeder Weise passend, beide Verfahren neben einander controllirend zu gebrauchen. Für den Nachweis von Fasern oder Faserbündeln ist diese einfache Erhärtung, wenn sie vorsichtig ausgeführt wird, in vielen Fällen vollständig ausreichend. Indem ich mich zunächst über die Erhärtung an und für sich ausspreche, wird man mir gestatten, nicht alle Ansichten der verschiedenen Autoren, die sich meist nur unwesentlich unterscheiden und von denen mein Verfahren nicht wesentlich differirt, anzugeben.

Worauf ich bei meinen Versuchen den meisten Werth legte, das ist, mich nur auf bestimmte Regeln zu verlassen, und auch hier eine sicher zu erreichende möglichste Conservirung der Elementartheile zu erhalten. Das ist aber nicht möglich, wenn das Präparat in eine beliebige Lösung von Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali, oder in Alkohol etc. geworfen, und dann eine Erhärtung abgewartet wird. Dann ist es erklärlich, wenn es heisst, dass das Präparat oft zum grossen Theil mürbe und zerreisslich wurde, dass sich die Erhärtung nur der äussersten Rinde mitgetheilt und dass dabei oft die innersten Partien noch vollständig weich und intact gefunden wurden. Es kommt hier auf eine möglichst schnelle und möglichst gleichmässige Durchtränkung mit der betreffenden Flüssigkeit an. Unter den bisher angewandten Mitteln, welche einem Theile die schneidbare Festigkeit geben sollen, kann gegenwärtig von Alkohol und Holzessig abgesehen werden. Sie stehen in der passenden Erhaltung der Elemente den anderen Flüssigkeiten so entschieden nach, dass man am besten ganz von ihnen absieht. Der Alkohol müsste jedenfalls absoluter sein. Holzessig allein erhärtet meist nicht vollständig genug, und ist nur dann zu gebrauchen, wenn die Massen nachher in eine Lösung des doppeltchromsauren Kali oder in eine Mischung dieser mit Holzessig gebracht werden. Beide Flüssigkeiten sind auch als Vorbereitungen zur Imbibition nicht sehr geeignet. Sogar das Trocknen ist noch jüngst von Jacubowitsch empfohlen worden, aber sicher, wie ich annehmen möchte, auch von ihm selbst bald wieder verlassen, die Nachtheile liegen zu sehr auf der Hand.

Chromsäure in stärkeren Lösungen und doppeltchromsaures Kali sind daher gegenwärtig fast allein noch im Gebrauch, und zwar mit Recht. Beide haben ihre Vortheile und ihre Nachtheile, die im Allge-

meinen bekannt sind. Wie es möglich war, dass die letztere Lösung ganz exclusiv und allein empfohlen werden konnte, ist mir nicht recht verständlich geworden. Es kommt nicht allein auf eine möglichst schnelle und gleichmässige Durchtränkung sondern auch auf eine vollkommene Erhärtung an, die das doppeltchromsaure Kali allein nie erreichen kann. Dasselbe erhält zwar auch in stärkeren Concentrationen die Elementartheile ausgezeichnet und was eine Hauptsache ist, bei concentrirten Lösungen dieses Salzes lassen die Theile die Flüssigkeit sehr bald und leicht eindringen, so dass selbst grosse Stücke in kurzer Zeit vollkommen durchtränkt erscheinen. Der letztere Process ist ein ziemlich gleichmässiger, der zwischen bindegewebigen und nervösen, zwischen stark faserigen und rein schwammigen Theilen keinen Unterschied macht. Es ist aber leicht begreiflich, dass dieses ganz gleichmässige Ein- und Durchdringen die Stücke zu nachfolgender Imbibition ungeeigneter macht, indem sie eine mehr gleichmässige Durchziehung des Präparates mit Carmin, statt einer besonderen Attraction desselben seitens der Zellen mit sich führt. Die Präparate also, die bloss durch doppeltchromsaures Kali gewonnen worden sind, geben schlechte Imbibitionspräparate.

Das doppeltchromsaure Kali allein führt wohl nie zu einem solchen Grade der Erhärtung, dass Schnitte in der nothwendigen Feinheit gewonnen werden können. Manche Autoren sprechen sich darüber etwas anders aus, was mir nicht recht verständlich ist. Es ist allerdings eine andere Sache mit den Centralorganen bei anderen Wirbelthieren, z. B. den Fischen, wo mir allerdings auch eine vollständige Erhärtung derart oft genug gelungen ist, die aber bei Säugethieren, sogar bei Menschen, nicht eintritt.

Der richtige Grad der Erhärtung ist hier nur durch Chromsäure selbst zu erreichen, die aber auch wieder ihre Nachtheile hat. Die Eigenthümlichkeiten der Chromsäurewirkung in stärkeren Lösungen liegen zunächst in dem nur ungleichmässigen Eindringen derselben. Werden ganz frische Präparate in solche Lösung gelegt, so wird sehr schnell die äussere Masse imbibirt, diese verwandelt sich in eine harte Masse, welche das weitere Eindringen unmöglich macht und die inneren Theile allmälig zerstört, ganz so wie es z. B. Reissner und Andere beschreiben. Auch bei schwachen Lösungen tritt das ein, wenn auch nicht in so hohem Grade. Die Imprägnation ist also von Anfang an etwas mehr ungleichmässig, welche die verschiedenen Theile verschieden ergreift, Zellen anders wie Fasern etc. Das vorwiegende Eindringen in die Zellen macht sich durch eine bald eintretende gelbliche Färbung

bemerklich, welche von früheren Autoren für charakteristisch für Nervenzellen gehalten wurde; sie würde sicher auch bei Bindegewebselementen eintreten, wenn diese mehr Protoplasma hätten. Dieses ungleichmässige Durchdringen führt also zunächst zu einer ungleichmässigen Erhärtung, einer leichteren Trennbarkeit, besonders wenn die Erhärtung nicht vollständig gelungen. Sie macht es absolut erforderlich, wenn die Chromsäure allein angewendet wird, nur kleine Stücke in die Lösung hineinzulegen, die dann unter Umständen ziemlich gleichmässig verändert werden können. Es ist aber klar, dass eine derartige Einwirkung eine bessere Vorarbeit für die nachträgliche Imbibition ist als die mehr gleichmässige Durchtränkung durch das doppeltchromsaure Kali. Wird die Chromsäure in den zur Erhärtung nothwendigen Graden auf frische Präparate direct angewandt, so ist die Einwirkung doch eine so energische, dass deren Charaktere, besonders die feinen, unmöglich erhalten werden können und desto mehr verloren gehen, je länger das Präparat dieser Einwirkung ausgesetzt ist. Reissner hat wohl Recht, wenn er in solchem Falle die Präparate spröde und die Aufbewahrung in doppeltchromsaurem Kali nothwendig findet.

Es scheint mir also nach diesem, dass jedes der beiden genannten Mittel seine eigenthümlichen Vor- und Nachtheile besitzt, und ohne behaupten zu wollen, dass man bei der Anwendung eines derselben in passenden Concentrationsgraden absolut nicht zum Ziele käme, schien es mir doch geeignet, auf Wege zu denken, um die Vortheile beider Methoden zu verbinden, und die Nachtheile dadurch möglichst auszuschliessen. Ich glaube das lässt sich erreichen, wenn die beiden Flüssigkeiten nach bestimmten Regeln nach einander gebraucht werden. Ich bringe möglichst frische Stücke des verlängerten Markes oder Rückenmarkes, am besten nach Entfernung der Pia mater, zunächst in eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali von 15 Gr. auf die Unze Wasser. Ich habe mich hierbei gleich häufig der von H. Müller empfohlenen Verbindung von Kali sulfur. und Kali bichr. zu gleichen Theilen bedient, ohne von einem wesentlichen Unterschiede oder Vortheile einer der beiden Solutionen etwas Bestimmtes aussagen zu können. Nach Verlauf von acht bis vierzehn Tagen sind solche Stücke, selbst ziemlich grosse, vollständig von der Lösung durchzogen und schon etwas erhärtet. Darauf werden dieselben entweder direct oder nachdem ich das Salz einige Stunden lang durch Wasser wieder ausgezogen habe, in eine Chromsäurelösung von 2 Gran auf die Unze gebracht, wobei die Stücke auch nicht zu gross sein dürfen. Doch kann man nach diesem

vorbereitenden Verfahren auch schon bei grossen Stücken auf einen befriedigenden Erfolg rechnen, besonders wenn sie recht frisch waren.

Auch hier gelingt die Erhärtung von menschlichen Theilen viel schwerer und weniger schön. Die Chromsäurelösung von 2 Gran auf die Unze ist, wenn man nicht in dieser Weise durch doppeltchromsaures Kali vorbereitet hat, für den Anfang zu stark und nur bei sehr kleinen Stücken und grosser Flüssigkeitsmenge brauchbar; sonst thut man in diesem Falle gut, mit einer $^1/_8$ gränigen Lösung zu beginnen und von acht zu acht Tagen bis zu 1 und 2 Gran zu steigen. Man kann hier sowohl wie nach vorheriger Anwendung des chromsauren Kalis auch bis zu 3 Gran steigen, ohne dass es aber absolut nothwendig wäre. Höher bin ich nie gegangen. Man erhält nun nach 4 bis 6 Wochen, oft auch dauert es etwas länger, schöne gleichmässig erhärtete Präparate, deren Elementartheile so gut erhalten sind, als wenn sie nur mit der starken Lösung des doppeltchromsauren Kalis behandelt wären und deren Härte und Schneidbarkeit ganz der Chromsäurewirkung entspricht, ebenso wie in Bezug auf Imbibitionsfähigkeit. Diese Stücke werden dann durch längeres Liegen wenig verändert und bleiben lange brauchbar; sollen sie Monate oder Jahre lang bewahrt werden, so ist es allerdings nach Reissner vortheilhaft, die Lösung von chromsaurem Kali wieder anzuwenden, welche die zu starke Brüchigkeit etc. etwas hindert. Diese längere Aufbewahrungsfähigkeit ist bei verschiedenen Thieren und Altern verschieden. Die vollständige Brauchbarkeit, die gleichmässige Imbibitionsfähigkeit hat in schönster Form allerdings ihre Grenzen, und nach zwei bis drei Monaten kann man schon eine relative Abnahme der Brauchbarkeit constatiren.

Sind die Präparate in dieser Weise erhärtet, so lassen sich bequem Schnitte in grosser Ausdehnung und in möglichst wünschbarer Feinheit herstellen. Zu nachfolgenden Untersuchungen pflegen die Schnitte noch besonders aufgehellt zu werden, und sind auch in dieser Richtung eine Menge von Angaben gemacht worden. Man muss indessen festhalten, dass bei einem einigermaassen brauchbaren Schnitte eine weitergehende Aufhellung gar nicht absolut nothwendig ist, sondern hier Glycerin schon vollständig ausreicht. Bidder hat hier vollkommen Recht, wenn er sagt, dass ein Schnitt, der ohne weitere Aufhellung nicht wenigstens die Theile in einiger Brauchbarkeit zeigt, auch durch Aufhellungsverfahren wenig gefördert wird. Indessen sind die Aufhellungsverfahren immer zweckmässig und können hier Chlorcalcium, verdünnte Natronlösung, Essigsäure etc. empfohlen werden. Concentrirte Essigsäure macht die Präparate erst nach längerer Zeit, aber dann

sehr schön durchsichtig, und können diese dann nachher in Glycerin aufbewahrt werden. Eine besondere Berücksichtigung verdient noch die Anwendung concentrirter Natronlösung eine längere Zeit hindurch. Ich nehme dann den Liquor Natri caustici der preussischen Pharmakopoe, zuweilen noch zur Hälfte verdünnt. Lässt man diese Lösung auf den Schnitt Stundenlang einwirken, so erfolgt eine sehr energische Einwirkung, welche die feinsten Fibrillen der Nervenmasse allmälig ganz unkenntlich macht, während die breiteren in den Vorder- und Seitensträngen lange Zeit fast vollkommen intact bleiben und dann ein sehr schönes und übersichtliches Bild geben Lässt man ein solches Präparat offen liegen, so wird das Deckgläschen bald durch die sich bildenden Krystalle von kohlensaurem Natron verschlossen und das Präparat kann dann oft einen bis zwei Tage unverändert untersucht werden. Ich wiederhole also, dass Präparate der Art für die groben Verhältnisse, auch wohl für den feineren Verlauf der Nervenfasern sehr gute Dienste leisten, und bei einer eingehenden Untersuchung nicht umgangen werden dürfen.

Wie gesagt, ist diese Methode in letzter Zeit mit mehr oder weniger Recht durch das von Gerlach empfohlene Imbibitionsverfahren verdrängt worden. Was zunächst die Methode selbst angeht, so habe ich im Allgemeinen keinen Grund gefunden von den ersten Vorschriften abzuweichen. Ich lege aber ein besonderes Gewicht auf die vorhergehende vollkommene Härtung und auf die Art und Weise, wie diese zu Stande gebracht worden ist. Schon im Vorhergehenden führte ich an, dass hier eine Erhärtung die beste sein müsse, welche schon von vornherein eine gewisse Differenzirung der Elementartheile mit sich führt, und nicht wie die stärkere Lösung des chromsauren Kali fast gleichmässig imbibirt. Daher scheint mir die Chromsäure selbst hier durchaus nothwendig und auch vor dem Alkohol einen unzweifelhaften Vorzug zu verdienen. Es ist auch ein gewisser Grad der Erhärtung erforderlich, der nicht immer mit der besten Schnittfähigkeit zusammenfällt. Die besten Schnitte lassen sich an Präparaten machen, die noch nicht ganz die für die Imbibition tauglichste Erhärtung resp. Chromsäureeinwirkung empfangen haben. Die Erfahrung wird hier Jedem das beste Maass an die Hand geben, bestimmt aussprechen lässt es sich nicht wohl. Sind die Schnitte gelungen, so werden sie in die von Gerlach angegebene dünne Carminlösung gebracht.

Reissner hat die Methode etwas verändert, indem er grössere Stücke in eine concentrirte Carminlösung (käufliche rothe Tinte) bringt, sie eine bestimmte Zeit liegen lässt, dann in Alkohol aufbewahrt und

später die Schnitte macht. Ich habe auf diesem Wege keine schönen Präparate erhalten können, und muss annehmen, dass Reissner zu schnell von dem Gerlach'schen Verfahren abgegangen ist, auch die richtige Chromsäureerhärtung nicht habe vorhergehen lassen; sonst wüsste ich mir nicht zu erklären, wie er die Gerlach'sche Methode diesem Verfahren hintansetzen konnte. Ich habe die beste rothe Tinte auch zur Imbibition in feinen Verdünnungen versucht, aber nie so schöne Resultate erhalten wie bei der reinen carminsauren Ammoniaklösung. Die letztere muss allerdings sehr vorsichtig bereitet sein; der Carmin muss durchaus rein, die Lösung frei von freiem Ammoniak und, worauf ich grossen Werth lege, sehr genau filtrirt sein. Jede Anwesenheit von freiem Ammoniak und jede Anwesenheit von feinen Körnchen in Suspension stört den Process der Infiltration sehr wesentlich. Die Carminlösung muss auch ziemlich frisch bereitet sein, am besten vielleicht einen bis zwei Tage vorher, darf nicht bei erhöhter Temperatur vorgenommen werden etc. In der genannten Lösung lasse ich die Schnitte je nach Umständen zwei bis vier Tage liegen, erneuere die Lösung auch wohl einmal inzwischen, bis das Ansehen eine genügende Imbibition beweist. Was nun die weitere Behandlung angeht, so hat man wohl nur den vollen Einblick in ein Carminpräparat, wenn es nachher durch Canadabalsam durchsichtig gemacht ist. Gefärbte Präparate derart mit Glycerin behandelt geben allerdings auch oft schon schöne Bilder, besonders wenn sie durch Essigsäure etwas aufgehellt worden sind, doch sind hier die Vortheile vor der Anwendung ungefärbter Präparate nicht so gross, dass sie die Mühe lohnen. Ich pflege daher in folgender Weise ähnlich wie wohl die meisten Autoren zu verfahren. Der gefärbte Schnitt kann zunächst etwas in Essigsäure aufgehellt werden, wobei sich die Clarke'sche Essigsäuremischung besonders empfiehlt, doch habe ich dies meist überflüssig gefunden und bin davon zurückgekommen. Ich lege die Schnitte, um das Wasser zu entfernen, zunächst einige Stunden in absoluten Alkohol; sie werden dann aus diesem heraus in Terpentinöl gebracht, welches in wenigen Augenblicken den Alkohol entfernt und das Präparat vollständig durchsichtig macht. Ist das Wasser nicht vollständig entfernt, oder hat man keinen absoluten Alkohol genommen oder mangelhaftes Terpentinöl angewandt, so dauert die Terpentinöl-Infiltration lange und man darf nicht auf brauchbare Präparate rechnen. Die Präparate werden dann rasch in Canadabalsam gelegt, trocknen gelassen und aufbewahrt. Den Balsam zu erwärmen finde ich nicht praktisch, die Präparate verderben dabei; ich habe mich daher meist einer Verdünnung desselben mit Terpentin bedient, die allerdings

oft langsam trocknet und die Präparate oft nicht so intact lässt, dass sie lange aufbewahrt werden können. In letzter Zeit habe ich den Canadabalsam in Chloroform gelöst angewandt und komme damit bei weitem besser zum Ziel. Ich glaube, dass in dieser Form die Methode nicht vieler Verbesserung mehr bedürftig ist, und dass jedenfalls Verbesserungen wohl der Schönheit aber nicht der Leistungsfähigkeit im Ganzen dienlich sein werden. Zunächst ist in Betreff der Leistungsfähigkeit solcher Präparate an die Wirkungen der einfachen Erhärtungen zu erinnern, bei denen also zwar die grossen Zellen und ihre Ausläufer, ebenso die breiten Nervenfasern leicht auf lange Strecken verfolgt werden können, wenn die Ebene richtig getroffen wird, aber die dünsten Fasern, die feinsten Zellenausläufer durch die starken Chromsäurelösungen zum Theil zerstört, jedenfalls aber nicht wohl controllirbar werden müssen, da es sich hier, wie nachher auseinanderzusetzen, in den wichtigsten Fragen um Verhältnisse von solcher Feinheit handelt, wie sie in den Centralapparaten bisher kaum bekannt gewesen sind. Manche Zellenkörper selbst ertragen derartige Mischungen kaum und die gänzliche Unklarheit, welche über die sogenannten sensiblen Zellen z. B. noch immer herrscht, gibt dafür den besten Beweis. Nun lässt sich an nicht imbibirten Präparaten, deren Nervenfäserchen noch dunkelrandig sind, wohl über ganze Bündel auch der feinsten Fasern und ihren Verlauf ins Klare kommen, wenn auch die einzelnen nicht zu isoliren sind. Dies Verhältniss ändert sich aber an Präparaten, deren Fasermasse durch Canadabalsam durchsichtig gemacht worden ist. Die Axencylinder der feinsten Fäserchen, die sich nur äusserst mangelhaft imbibiren, werden ausserordentlich schwer zu verfolgen und selbst grössere Bündel können an weniger gelungenen Präparaten Schwierigkeiten in den Weg setzen. Anders verhält es sich allerdings mit den Axencylindern der breitesten Nervenfasern, welche sich sehr vorzüglich färben und daher bequem zu verfolgen sind. Eine weniger gute Färbung der Axencylinder erkennt man aber gerade an solchen Stellen, wo die Axenfaser mit der Zelle in Verbindung steht. Man kann da oft sehen, wie eine grosse Zelle mit ihren Protoplasmafortsätzen dunkelroth gefärbt erscheint, während der abgehende Axencylinder als ein ganz blasser, drehrunder, heller Streif nur blassroth gefärbt ist. Hier liegt also ein Unterschied der verschiedenen Theile einer Zelle vor, der aber nur ein gradueller ist und durch zufällige Verhältnisse befördert wird. Der Unterschied ist aber doch so wichtig, dass bei Imbibitionspräparaten auch nach der verschiedensten Schnittrichtung der von der Zelle abgehende Axencylinder sich leicht der Beobachtung entzieht. Ich muss das solchen Au-

toren gegenüber aufrecht halten, welche einen von einer Zelle abgehenden Axencylinder als leicht und bequem zu beobachten hinzustellen pflegen. Was an Präparaten der Art leicht und bequem beobachtet werden kann, das ist neben den auch bei ungefärbten Präparaten erkennbaren Verhältnissen besonders die Lage, Grösse, Form der Zellen und die Richtung und Grösse ihrer Ausläufer. Nur selten, bei manchen Zellen aber nie, ist es möglich, an solchen Präparaten den Uebergang einer Nervenfaser in eine Nervenzelle zweifellos zu erkennen, noch viel weniger über die gleich zu beschreibenden an den Fortsätzen der Zellen sich inserirenden Nervenfasern und Ausläufer zu einem bestimmten Resultate zu kommen. Ueber die Einzelheiten, das Verhalten der einzelnen Zellen, der einzelnen Nervenfasern werde ich im Verlauf zu sprechen haben.

Dagegen könnte noch eine andere Frage aufgeworfen werden, ob nämlich vielleicht noch andere Farbstoffe in Anwendung zu ziehen sein werden. Im Allgemeinen glaube ich, dass wenn es auf einen Farbstoff ankommt, das carminsaure Ammoniak wirklich nichts zu wünschen übrig lässt. Aber man kann daran denken, mehrere Farbstoffe anzuwenden. Ich kam auf diesen Gedanken durch eine Bemerkung Harting's, der angibt, dass es ihm nicht gelungen sei, die Ganglienzellen durch Indigoblau zu färben. Ich dachte also, es müsste sich eine blaue Färbung des Bindegewebes und eine nachträglich rothe der Ganglienzellen erreichen lassen; nur um Anderen, die vielleicht auf einen ähnlichen Gedanken kommen könnten, die Mühe zu sparen, bemerke ich, dass Versuche der Art allerdings unter Umständen ganz hübsche Resultate gaben, dass die Färbung aber immer unvollkommen blieb und selbst in den besten Fällen Nichts ergab, was auch nur den geringsten Vorzug vor der einfarbigen Imbibition besessen hätte. Es tritt der Umstand hinzu, dass immer ein Farbstoff den andern austreibt oder sich mit ihm mischt, wir also in diesem Falle zuletzt entweder eine gleichmässig rothe oder eine violette Färbung zu erwarten haben. So kann auch ein schön roth gefärbter Schnitt durch Chromsäure oder chromsaures Kali wieder vollständig entfärbt werden.

II.

ÜBER DIE BINDESUBSTANZ IN DEN CENTRALAPPARATEN DES NERVENSYSTEMS.

Den Centralorganen des Nervensystems liegt ein bindegewebiges Gerüst zu Grunde, welches die allgemeinen Formerscheinungen aller Provinzen mehr oder weniger wiedergibt, also nirgend ganz fehlt, und in dessen Maschen die nervösen Apparate eingebettet liegen. Als dieser allgemeinste Satz, der in dieser Form wohl keinem Bedenken unterworfen sein kann, zum ersten Male ausgesprochen wurde, war es, das darf man wohl sagen, mehr eine geistreiche Divination wie eine durch stringente Beweise gestützte Behauptung. Allmälig ist die Frage schärfer formulirt worden, man suchte nach bestimmten Beweisen, dass überhaupt eine solche Bindesubstanz vorhanden sei, und nach sicheren Kriterien, nach denen ein bestimmtes Gewebe, ein bestimmtes Element, dem Binde- oder Nervengewebe einzureihen sei. Die Frage hatte in dieser bestimmten Form nicht nur die directe Wichtigkeit, dass natürlich nur nach ihrer Lösung ein Einblick in die Architektonik des Markes zu gewinnen sei, man musste zu der Ueberzeugung gelangen, dass es sich hier um durchgreifende rein histologische Principien handle. In der That sind es ja bekanntlich die Centralorgane wie alle mit dem Nervensystem in directer Verbindung stehende Theile, also die Sinnesorgane, wo sich scheinbar die Grenzgebiete verschiedener histologischer Provinzen begegnen, wo es daher zu entscheiden wäre, ob und wie weit so scharfe Unterscheidungen sich aufstellen lassen, wie sie die gegenwärtige Histologie meist aufzustellen liebt, oder ob es wirklich Grenzgebiete gibt,

welche in der That als Uebergänge aufgefasst werden dürfen. Man kann sich bei einer Ueberschau über die Literatur überzeugen, dass seitdem diese Fragen genauer formulirt sind, die Antworten und die daraus folgende Beschreibung gerade dadurch sich different ergeben haben, dass der Autor seine vorgefassten schematischen Ansichten zur Beurtheilung bestimmter Gewebsarten mitbrachte, die ja gerade in den Centralorganen des Nervensystemes einen anderen Typus zeigen können. Wer z. B. im Bindegewebe unter allen Umständen eine faserige Masse sieht, zwischen deren Fasern ausgebildete sternförmige Zellkörper liegen sollen, der wird einer doppelten Gefahr ausgesetzt sein, entweder die ausgebreitete Anwesenheit von Bindegewebe überhaupt in Frage zu stellen, oder dasselbe in seinem Charakter überall wiederfinden zu wollen, z. B. jede sternförmige Ganglienzelle leicht zu einer Bindegewebszelle zu stempeln. Ich will nun keineswegs behaupten, dass in derartigen theoretischen Annahmen der Hauptgrund der mangelhaften Lösung der betreffenden Fragen liege; es ist kein Zweifel, dass die Schwierigkeit der Untersuchung selbst hier am meisten ins Gewicht fällt. Wenn einer der neuesten und besten Untersucher auf diesem Gebiete, wenn Reissner sich dahin ausspricht, dass nur der erkannte Zusammenhang einer Zelle mit einer unzweifelhaften Nervenfaser die Bestimmung derselben sichern könne, so ist das allerdings die Forderung, die an die Spitze gestellt werden muss; aber zu welchen Missgriffen hätte es bisher führen müssen, wenn man rücksichtslose Consequenzen aus jeder misslungenen Untersuchung hätte ziehen wollen, wo nur bei den wenigsten Elementartheilen ein sicher bewiesener derartiger Zusammenhang angenommen werden darf.

Die ersten reformatorischen Ansichten über das Bindegewebe von Virchow, Donders, Reichert etc. waren geltend, als Bidder und seine Schule [1]) die Untersuchung der Centralapparate des Nervensystemes unternahmen und ihre bahnbrechenden Mittheilungen trotz aller späteren Verbesserungen zur Grundlage der weiteren Untersuchungen machten. Von ihnen wurde zuerst die ausgebreitete Anwesenheit von Bindegewebe in dem Centralapparate mit Sicherheit hingestellt. Sieht man sich aber nach Gründen und Beweisen um, aus welchen die neue Wahrheit abstrahirt wurde, so kann man wohl begreifen, dass sie, wenn sie auch als Anfang einer bessern Erkenntniss begrüsst wurde, doch nicht allgemeine Anerkennung finden konnte, im Gegentheil eine leb-

---

[1]) Vergl. besonders Bidder und Kupffer, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und die Entwickelung seiner Formelemente. Leipzig 1857.

hafte Opposition hervorrief, die zum Theil bis jetzt gedauert hat und dauern musste. Bidder's Methode war nicht der Art, dass eine genaue Einsicht hätte möglich werden können, und darin liegt ebenso sehr wie in etwas einseitigen theoretischen Annahmen der Grund, weshalb die vorgebrachten Ansichten nicht haben geltend bleiben können. Trotzdem hat schon Bidder Angaben, welche in mancher Beziehung die Grundlage der späteren werden bleiben müssen. Die Bindesubstanz der Centralorgane besteht nach ihm entweder aus gekreuzten, parallelen etc. Fasern oder Faserbündeln, oder sie erscheint als gefaltete und gestrichelte, oder mit fein granulirter Oberfläche versehene Masse, oder endlich als homogene, hyaline Substanz. Diese durchsetzen die mannigfaltigsten faserigen Bildungen, welche als Spiral- oder Kernfasern, als Zellenausläufer etc. etc. erscheinen. Innerhalb solcher verschiedener Grundmassen sollen also Fasern und Zellen liegen, und die Aufgabe bleibt, für diese einen unterscheidenden Charakter zu gewinnen. Bidder verweist in dieser Beziehung auf den Zusammenhang mit echten dunkelrandigen Nervenfasern, auf einige specielle Charaktere, welche jedenfalls nicht wesentlich genannt werden können — Färbung durch Chromsäure und dergleichen. Bidder ist nun über einen solchen Zusammenhang mit dunkelrandigen Nervenfasern völlig unklar geblieben, und es bleibt also hier, wie bisher eigentlich Jeder anerkannt hat, die endgültige Frage unentschieden. Indessen ist dieser Standpunkt mit wenigen Ausnahmen der bis jetzt geltende geblieben und hat es bleiben müssen, weil wenige Methoden benutzt wurden, welche sicherere Entscheidung bringen konnten. Es erklärt sich daher leicht, dass von den späteren Autoren, welche nur bestimmte Provinzen, und diese oft von bestimmten Intentionen geleitet, untersuchten, die meisten ihr Urtheil gar nicht abgaben, wie Goll, Clarke, Schröder, Lenhosseck, und dass bei ihnen gerade die zweifelhaften Gebilde unberücksichtigt geblieben sind, während andere in ihren Ansichten noch zurückgingen.

So meint Jacubowitsch [1]), dass Bindegewebskörper nirgends mit Sicherheit nachzuweisen seien, das Bindegewebe vielmehr bloss als eine sehr fein granulöse, stellenweise netzartige Masse erscheine und nur einige Stellen eine Zeichnung, wie von beigemengten elastischen Fasern erkennen lassen. Auch Stilling hat in seinem neuesten grossen Werke einige Bemerkungen über das Bindegewebe des Markes, welche dem jetzigen Stande histologischer Methoden durchaus nicht entsprechen.

---

[1]) Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarkes. Breslau 1857, S. 42.

Die Fortsätze der Pia mater bilden, sagt Stilling, im Rückenmark etc. ein Netzwerk von ungemein zahlreichen Fasern, sowohl in der grauen als weissen Substanz. Die Anfänge dieser Fasern verlaufen in der Pia mater mehr oder weniger geschlängelt, theils parallel, theils in den verschiedensten Winkeln unter einander Netzwerke bildend, zwischen denen die genuinen Nervenfasern des Rückenmarkes erscheinen und hier wohl mit diesen und Zellenausläufern verbunden sind. In der weissen Substanz sollen die Nervenfasern zu Hunderten zusammenliegen, ohne dass eine Spur von Bindegewebe zu entdecken ist. Die körnige Grundsubstanz ist unscheinbar, Bindegewebskörper existiren nicht. Es leuchtet ein, dass die wesentlichen Streitfragen durch diese Behauptungen alle ganz unberührt gelassen wurden.

Indessen erschienen einige andere Angaben, welche in so fern die Grundlagen der Bidder'schen Anschauungen zu verändern strebten, als sie für die schwammige oder körnige Grundmasse eine andere Deutung vorbrachten. Es wurde nämlich versucht, die körnige poröse Grundsubstanz, in welcher auf den ersten Blick alle übrigen Theile eingebettet erscheinen, zu den nervösen Elementen zu rechnen. Mit der grössten Bestimmtheit geschah dies von Stephany[1]), der dieselbe auch in etwas anderer Weise beschreibt, und in ihr ein Geflecht von Röhren sieht, welche die Verbindung zwischen Zellenausläufern und Nervenfasern herstellen. Berlin[2]), dessen Angaben nicht so ganz verständlich lauten, scheint diese Masse jedenfalls auch zum Nervenapparat zu rechnen, wenn er ihr auch nicht die eben genannte Bedeutung zuweist. Die Annahmen von Stephany sind seitdem auch schon von Dorpat selbst aus anders aufgefasst und richtiger gedeutet worden, zunächst von Bochmann[3]) und dann wohl auch von Rutkowsky, auf dessen Angaben ich bei Betrachtung des kleinen Gehirnes zurückkomme. Von weniger Belang ist hier die Opposition Henle's, der bloss gegen die netzförmig poröse Beschaffenheit dieser Massen polemisirt. Vergleiche Henle[4]) und Uffelmann[5]), dazu die Bemerkungen von M. Schultze in seinen Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut etc. Halle 1862. S. 29, Anmerkung. In Betreff der danach bleibenden Hauptfrage über Unterscheidbarkeit von Zellen und Fasern glaubte dann

---

[1]) Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirns. Dorpat 1860. Inauguraldissertation. — [2]) Beitrag zur Structurlehre der Gehirnwindungen. Erlangen 1858. Inauguraldissertation. — [3]) Ein Beitrag zur Histologie des Rückenmarkes. Dorpat 1860. Dissertation. — [4]) Jahresbericht für 1859, S. 37. — [5]) Zeitschrift für rationelle Medicin. III. Ser., Bd. XIV, 1862, S. 232.

jüngst Mauthner, der neueste Arbeiter auf diesem Gebiete, einen bestimmten Standpunkt einnehmen zu können. Mauthner versucht in einer Notiz „Ueber die sogenannten Bindegewebskörperchen des centralen Nervensystems“ (Sitzungsbericht der Wiener Akademie, 17. Jan. 1861) diese Körperchen für das Nervengewebe zu retten. Man vermisst dabei ungern jede genauere Bestimmung dessen, was denn als sogenannte Bindegewebskörper zu deuten sei, jeden Versuch einer unterscheidenden Charakteristik der beiderseitigen Elementartheile, man findet einem grossen Theile der bisherigen Autoren in dieser Hinsicht Ansichten zugeschrieben, die diesen gewiss ferngelegen haben, und so ist es gekommen, dass Mauthner's Angaben, die im Einzelnen, das Thatsächliche betreffend, manches Richtige enthalten, den Kern der zu lösenden Fragen gänzlich unberührt gelassen haben. Mauthner's Beweisführung geht davon aus, dass in der grauen Substanz des Rückenmarkes etc. ausser den grossen charakteristischen motorischen Zellen noch eine grosse Menge von anderen zelligen Theilen gelegen sei. Indem nun Mauthner diese Zellen sammt und sonders zu nervösen stempeln will, macht er auf eine Reihe von Thatsachen aufmerksam, die man annehmen kann, ohne damit in der Gesammtauffassung weiter zu kommen. Indem ich auf die betreffende Notiz verweise, bemerke ich, dass das Wesentliche zunächst darin liegt, dass diese fraglichen kleinen Zellen in manchen Theilen der Centralorgane, besonders des Hechtes, in besondere eigenthümlich geformte Gruppen angeordnet erscheinen, ferner dass bei dem Rückenmark der Schildkröte an der Stelle, welche zwischen beiden Intumescenzen gelegen ist, die grossen motorischen Zellen ganz fehlen, und also nur solche kleine Zellen vorkommen, von denen Mauthner meint, dass sie von der Mehrzahl der Autoren oder von Allen als Bindegewebskörper aufgefasst würden. Derartige Reflexionen können allerdings vielleicht benutzt werden, dagegen zur wirklichen Lösung der hier schwebenden Frage hätte es einer genaueren Charakteristik der Theile bedurft, von der man bei Mauthner keine Spur findet. Ich glaube beweisen zu können (und verweise wegen dessen auf das Folgende), dass Mauthner die wirklichen sicheren Bindegewebskörper des Markes gar nicht gesehen hat und dass daher wahrscheinlich Alles, wovon er spricht, wirklich nervöse Gebilde sind, er also in vereinzelten Thatsachen nicht Unrecht hat, aber dass aus den angeführten Gründen seine Gesammtauffassung den Kern der Fragen nicht trifft.

Die ganze Angelegenheit ist als in ein neues Stadium getreten zu betrachten durch die reformatorischen Ansichten, welche M. Schultze über die Attribute und die Charakteristik der Zellen im Allgemeinen

und der Bindegewebselemente im Einzelnen vertritt, und durch die Folgerungen, welche sich daraus für die Natur der sogenannten Intercellularsubstanz und der Bindesubstanz im Speciellen ergeben[1]). Es wird sicher, trotz der entgegengesetzten Bestrebungen mancher Autoren, bald anerkannt sein, dass in den Arbeiten des genannten Autors das Verdienst gelegen ist, nicht nur der Zellentheorie wieder eine naturgemässe Basis verschafft, sondern auch den Bindegewebsstreit in eine richtigere Bahn zurückgelenkt zu haben, der in einen blossen Wortstreit ausgeartet war und in dieser Weise noch jetzt von gewissen Autoren ausgebeutet wird. Indem M. Schultze nachwies, dass die Membran für den Begriff der Zelle nicht nothwendig sei, die Zelle vielmehr durch den eigenthümlichen Aggregatzustand und die Lebenseigenschaften des Protoplasma allein jenen Grad von Selbstständigkeit erlangen könne, welchen nach den bisherigen Ansichten wesentlich die äussere Membran verschaffen sollte, brach er zunächst dem Streit über die Existenz von Zellen im Bindegewebe, soweit er sich auf die Anwesenheit besonderer Zellmembranen bezog, die Spitze ab. Weiter zeigte M. Schultze, dass zwischen der Bildung einer Zellenmembran und derjenigen der sogenannten Intercellularsubstanz ein wesentlicher Unterschied nicht existire, und dass das Protoplasma einer Zelle nicht nur in seiner Rinde, sondern in seiner ganzen Substanz mehr oder weniger vollständig die Metamorphose durchmachen könne, welche zur Bildung einer fibrillären oder netzförmigen Bindesubstanz führe, wie sie in der retina und in den Centralorganen des Nervensystemes eine besondere Verbreitung besitzt.

Die neuesten Angaben von Kölliker, welche man in der letzten Auflage seiner Gewebelehre, 1863, S. 304 bis 306, findet, unterscheiden sich von der Schultze'schen Auffassung nicht so sehr, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte. Nach Kölliker gibt es, abgesehen von der Pia mater und ihren Fortsetzungen in der vorderen Spalte und der adventitia grösserer Gefässe hier durchaus kein gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe, sondern nur einfache Bindesubstanz, die ganz und gar aus Netzen sternförmiger Bindegewebszellen oder aus einem Gerüst kernloser, aus den Zellennetzen hervorgegangener, vielfältig unter ein-

---

[1]) Vergl. M. Schultze, Observationes de retinae structura penitiori. Bonn, 1859, pag. 14. — Derselbe, Ueber Muskelkörperchen und Das, was man eine Zelle zu nennen habe. Archiv für Anatomie und Physiologie 1861, S. 13. — Derselbe, Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut etc. Halle 1862, S. 6, 29. — Derselbe, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Ein Beitrag zur Theorie der Zellen. Leipzig 1863.

ander verbundener Fasern und Bälkchen besteht. Kölliker findet einen kleinen Unterschied zwischen dem Bindegewebe der weissen und grauen Substanz. In der ersten handele es sich immer um Netze sternförmiger Zellen, deren Ausläufer zahlreich verästelt und sowohl untereinander als mit benachbarten Zellen verbunden seien, so dass hautartige Bildungen entstehen, welche an elastische Netze erinnern. In der grauen Masse bilde dieselbe kein regelmässiges Fächerwerk, sondern ein feines unregelmässiges Schwammgewebe mit vielen Kernen. Man könne sich auch hier überzeugen, dass die Grundsubstanz überall aus zarten, mit ihren Ausläufern dicht verflochtenen Bindesubstanzzellen bestehe. Zu diesem Reticulum gehören auch die Elemente des Ependymfadens. Die Zellen seien hier schöner und deutlicher, führen oft mehrere Kerne und hängen mit den Epithelzellen des Centralcanals und der Pia mater zusammen. Was gerade die letzten Angaben angeht, so sind sie mir im höchsten Grade zweifelhaft. Die gezeichneten Zellen sind auf jeden Fall unvollständig, und daher in dieser Form auf keine Weise zu verwerthen. Ich zweifle nicht daran, dass es sich hier um ächt nervöse Elemente handelt, welche auch im näheren Umkreise des Centralcanals noch vorkommen können, und möchte ich Kölliker bitten, gerade diesen Punkt noch einmal vorzunehmen.

So stehen gegenwärtig die Angaben über die allgemeine Auffassung der Bindegewebselemente der Centralorgane. Fest steht unter diesen eigentlich nur die Thatsache, dass das Bindegewebe überhaupt eine grosse Rolle spielt, fest steht ferner, dass für die allgemeine Deutung wohl eine Reihe von Grundlagen gegeben ist, und dass, wie ich glaube, die Schultze'sche Auffassung hierzu die Mittel bieten wird, fest steht ferner, dass für eine Reihe von Theilen naturgemässe Schilderungen vorliegen, aber das Princip, die unterscheidenden Charaktere fehlen noch immer, und so muss erwartet werden, dass für zweifelhafte Punkte die Streitfragen immer wiederkehren werden. Es will mir indessen scheinen, als liessen sich bessere Grundlagen finden und als liesse sich hier eine Entscheidung treffen, ohne den Thatsachen zu viel Zusätze hinzuzufügen. Die Möglichkeit der Verwechselung zwischen bindegewebigen und nervösen Elementen scheint ein Gespenst, von dem sich die Untersucher mehr als nothwendig haben in Angst jagen lassen. Es ist wohl so gefährlich nicht. Man stelle nur die immer anerkannte Forderung mit möglichster Präcision hin, dass die Continuität zweifelhafter Gebilde mit zweifellosen, dass also insbesondere die Verbindung von zweifelhaften Zellen mit unzweifelhaften Nervenfasern einen untrüglichen Schluss gestatte, man überzeuge sich ferner, dass zweifelhafte Fasern,

wenn sie überhaupt vorkommen, nur die allersparsamste Verbreitung besitzen, und ich glaube es wird so sehr viel Zweifelhaftes nicht übrig bleiben können.

Indem ich also nach bestimmten Charakteren suche, welche ein Gewebe zum Bindegewebe, ein anderes zum Nervengewebe stempeln, folge ich der jetzt meist geltenden Anschauung, welche solche Unterscheidung für absolut nothwendig hält. Ich bin selbst zwar von dieser Nothwendigkeit nicht durchaus für alle Theile überzeugt, gebe aber zu, dass sie einstweilen nicht wohl discutirt werden kann. Man könnte die Frage aufwerfen, ob es überhaupt in den Centralorganen überall zu einer vollständigen Differenzirung gekommen ist, ob man unter allen Umständen genöthigt ist, eine solche anzunehmen. Die Entwickelungsgeschichte nimmt gegenwärtig anfangs eine ziemlich gleichmässige Entwickelungsmasse um den Centralcanal an, die man als ein geschichtetes Epithel bezeichnen kann, und aus deren Zellen sich erst allmälig Bindesubstanz- und Nervenelemente zu sondern anfangen, und wo auch erst später sich die Nervenfasern ausbilden. Wie nun, wenn es zwischen zwei in der Art auseinandergehenden Entwickelungsweisen gewissermaassen einen neutralen Boden gäbe, auf dem sich heterogene Elemente begegnen, und wo die Entscheidung, ob ein Gebilde zu der einen oder zu der anderen Gruppe zu rechnen, noch erst zu erwarten sei. Ich setze z. B. den Fall, man fände Zellen, deren allgemeiner Bau ganz mit dem kleiner Nervenzellen übereinstimmt, die aber nicht mit Nervenfasern in Verbindung ständen. Das wären der Structur nach Nerven-, der Bedeutung nach Bindesubstanzzellen. Ob sich dergleichen herausstellen wird, will ich natürlich nicht behaupten, ich will nur auf derartige Möglichkeiten aufmerksam machen, um zu zeigen, dass wir a priori nicht das Recht haben, an der Zelle als Zelle ganz specifisch unterscheidende Charaktere zu erwarten, abgesehen von dem functionellen, dass sie in das nervöse Fasersystem eingesetzt ist. Oder, wenn wir die ganze Masse von Zellen und Fasern der Centralorgane in eine poröse Masse eingeschoben finden, der wir gar keine functionelle Bedeutung beilegen dürfen, was berechtigt uns, diese sogenannte Intercellularsubstanz nur als zu Bindegewebselementen gehörig aufzufassen. Wir betrachten die Intercellularsubstanzen mit M. Schultze als modificirte Zellsubstanzen, die sich aber nachher von den Zellen mehr emancipiren und dann nicht mehr als unmittelbar damit zusammengehörig betrachtet zu werden brauchen. Was berechtigt uns, ohne dass die Entwickelungsgeschichte bekannt ist, die Matrix solcher Massen nur in Elementen zu suchen, die wir bindegewebig nennen. Oder was steht dem entgegen,

den Anfang der Entwickelung der Masse in eine Zeit zu verlegen, wo die Zellenmassen noch nicht vollständig differenzirt sind, und auch später sie noch als beiden Systemen zugehörig zu betrachten. Man wird an dergleichen Möglichkeiten unwillkürlich zu denken genöthigt, wenn man sieht, wie sich aus solchen Massen Elemente der verschiedensten Art, nervöse sowohl wie unzweifelhaft bindegewebige, isoliren lassen, und wenn man an der rauhen Oberfläche der Fortsätze der grossen Nervenzellen die schwammige Masse zuweilen so dicht anhaftend findet, dass man einen unmittelbaren Zusammenhang annehmen zu müssen glaubt. So könnte es sich erklären, dass die Autoren, welche die ganze sogenannte körnige oder schwammige Masse als nervös bezeichnen, doch bis zu einem gewissen Grade Recht behalten, wenn auch nicht in ihrem Sinne. Man entschuldige derartige hypothetische Reflexionen, über die natürlich nur die Entwickelungsgeschichte zu entscheiden hat. Diese muss den Process erklären, wie und auf welchem Wege sich aus einem anfangs dichtgedrängten homogenen Zellenhaufen allmälig Differenzirungen entwickeln, und wie die Metamorphose des Zellprotoplasmas allmälig auch die massenhafte körnige Substanz liefert, welche aus den Centralorganen längst bekannt ist. Da über dergleichen jedoch schwerlich so bald etwas Genügendes bekannt werden dürfte, so wird man einstweilen wenigstens aller möglichen Verhältnisse sich zu erinnern haben, ehe man einen bequemen histologischen Schematismus versucht und dem Wesen nach nicht oder noch nicht hinreichend untersuchte Theile ohne Weiteres in die gerade geltenden histologischen Vorstellungen hineinpasst.

Auf eine weitere Reflexion möchte ich noch aufmerksam machen. Man ist gewohnt, nur die Unterscheidung zwischen Bindegewebe und nervösen Geweben in den Centralorganen zu besprechen, oder Alles, was nicht nervös ist, kurzweg bindegewebig zu nennen. Richtiger wäre es einstweilen wohl, wie es Manche wünschen, nervöse Elementartheile von solchen zu trennen, welche mit dem Nervensystem nicht zusammenhängen. Die weitere Unterscheidung ist gewiss einstweilen höchst gleichgültig. Dass das nicht nervöse Gewebe der Centralorgane nicht ohne Weiteres den Charakter des gewöhnlichen Bindegewebes hat, ist einleuchtend, und auch hier sind bestimmte Voraussetzungen gewiss in keiner Weise gerechtfertigt. Wenn also von mancher Seite gegen die Bezeichnung solcher Theile als bindegewebig opponirt wird, so will das also wohl nichts weiteres heissen, als dass der Begriff des Bindegewebes ein noch lange nicht erschöpfter ist und vielleicht unerwartete neue Seiten erkennen lassen kann. Also auch insofern sind die Gewebsbestimmungen der Centralorgane fast voraussetzungslos und

der Weg, zu einer bestimmten Erkenntniss zu gelangen, ist ein entschieden schwieriger.

Geht man nun, ich will nicht sagen von solchen Grundsätzen, sondern nur von solchen Möglichkeiten aus, dann wird man mit einer allgemeinen Ansicht über das Bindegewebe und über das, was man in den Centralorganen Bindegewebe nennen will, ausreichen, welche keinen Anstoss erregen kann. Indem sie sich den Ansichten von M. Schultze unterordnet, verlangt sie von sogenannten Bindegewebskörperchen nicht mehr als ihnen selbst Henle wird zugestehen wollen und lässt auch der Natur und der histogenetischen Bedeutung der Grundsubstanz den allerweitesten Spielraum ohne aprioristische Theorien nothwendig zu haben.

Geht man nun von der Forderung aus, über die Theile einen sicheren Anhalt zu gewinnen, welche als unzweifelhaft nicht nervös bewiesen werden können, so steht eine Reihe Wege offen. Den ersten Anhalt werden die Verästelungen geben, in denen sich die Pia mater selbst in die eigentliche Substanz der Centralorgane hinein forterstreckt. Wie bekannt kommen solche Stellen zunächst in grösster Ausdehnung und in zweifellosester Form da vor, wo die weisse Substanz die äussere Peripherie bildet, also am Rückenmark. Hier zieht ein den Nervenfasern fremdes Gewebe bekanntlich in dichten Massen durch die Bündel derselben, bald mehr bald weniger ausgebildet, und schliesst zuletzt fast jede Nervenprimitivfaser mehr oder weniger ab. Hier wird zunächst sich ein Bild ergeben müssen, was kaum verschiedenen Deutungen unterliegen kann. Aber auch in die graue Masse können directe Fortsetzungen der Pia mater hinein verfolgt werden. Ein allgemein bekanntes Bild der Art sind die Fortsätze, welche die Pia mater durch die beiden Incisuren des Rückenmarkes hineinschickt und welche in die graue Masse ausstrahlen. Ein in voller Ausdehnung wohl noch gar nicht bekanntes Bild der Art ist eine Verbindung der Pia mater mit der grauen Rindenschicht des kleinen Gehirnes, eine Verbindung, die ganz sicher, wenn auch nicht das ganze Leben hindurch, so doch in embryonaler Zeit auch an anderen Stellen der grauen Rinde des grossen Gehirns nachgewiesen werden wird. Einen ähnlich unzweifelhaften Weg muss die Verfolgung der Fortsetzungen geben, welche Epithelien in das Innere der Massen schicken. Manches darüber aus dem Centralcanal des Rückenmarks wie aus dem Aquaeductus Sylvii ist schon bekannt und zum Theil in richtiger Weise aufgefasst. Zu Verbindungen der Art gehört also ganz besonders die substantia gelatinosa centralis um den Centralkanal des Rückenmarkes. Man kann endlich

die Verbindungen mit der Adventitia grosser Gefässe untersuchen, doch finde ich hier fast immer nur vollständig isolirtes Herausheben möglich und habe mich über einen bestimmten Zusammenhang noch nicht wohl orientiren können. Schon mit Verwerthung des Materials nach diesem Gange kommt man zum Theil zu genügenden Aufschlüssen. Die schwierigen Theile sind aber die, wo ein Zusammenhang mit in dieser Weise zweifellosen Bindegewebstheilen nicht nachgewiesen werden kann, auch so direct sicher nicht vorhanden ist. Gerade hier handelt es sich um vorkommende faserige und zellige Theile, bei denen ein zweifelloser Charakter festgestellt werden soll. Um hier einen sicheren Gang zu gehen, müssen zunächst solche Theile untersucht werden, bei denen eine Zusammengehörigkeit mit nervösen Gebilden entschieden widerlegt, und sodann andere, bei denen dieses in entschiedenster Weise bewiesen werden kann. Mit Hülfe des vorbeschriebenen Macerationsverfahrens bin ich zu einer exacten Isolirung der Elementartheile und damit zu einer positiven Erkenntniss gekommen, die, wie mir scheint, hier bestimmte Aussprüche zu geben gestattet. Zu den entschieden mit nervösen Theilen nicht in Zusammenhang zu bringenden Gebilden gehören die überall mehr oder weniger massenhaft vorkommenden freien Kerne, welche zum Theil noch geläugnet, zum Theil in theoretischer Weise unrichtig aufgefasst wurden, und nur von wenigen Forschern als das wirkliche Zellenäquivalent in der Bindesubstanz der Centralapparate aufgefasst werden. Die bekanntesten aber meist am unrichtigsten dargestellten Formen der Art sind die sogenannten Körner der zweiten Schicht des kleinen Gehirnes. Ich werde zu zeigen haben, dass zu solchen sogenannten freien Kernen auch Gebilde gehören, um deren Kern ein ganz eng begrenztes Protoplasma liegt, welches sich in enorm lange Fäden ausziehen kann. Als das wesentlichste Moment erwähne ich schliesslich, dass alle Theile auszuschliessen sind, die sicher als mit Nervenfasern in Verbindung stehend bewiesen werden können. Ich habe demnächst auseinanderzusetzen, dass mir ein solcher Nachweis in weit grösserem Umfange und mit grösserer Sicherheit gelungen ist, und glaube ich mich aus dem Grunde dahin aussprechen zu dürfen, dass die bisher bekannten Zellen höchst wahrscheinlich Alle in das Gebiet der Nervenelemente zu setzen seien, und dass für das Bindegewebe wohl nur das übrig bleibt, was mehr oder weniger bestimmt unter der Benennung von freien Kernen zusammengefasst wurde.

Die genannten Forderungen sind, wie man zugeben wird, voraussetzungslos und die Frage kann nur noch sein, in wie weit sie eine bestimmte Vollständigkeit gestatten. Es will mir scheinen, als sei dies

schon möglich, aber es ist gewiss wünschenswerth, dass von anderer Seite her noch unterstützende Gesichtspunkte hinzukommen, unter denen natürlich die aus der vergleichenden und der pathologischen Anatomie, und ganz besonders aus der Entwickelungsgeschichte entnommenen obenan stehen müssen. Wenn ich nach obigen Grundsätzen die Resultate meiner Untersuchungen zunächst hinstellen soll, so würde dies folgendermaassen lauten: Das bindegewebige Gerüst in welches innerhalb der Centralorgane alle nervösen Theile eingebettet erscheinen, und welches vielleicht doch nicht in der Masse vorhanden ist, wie vielfach angenommen wird, ist zunächst die bekannte poröse, körnig aussehende Grundmasse, in der Zellenäquivalente in verschiedenen Formen der Ausbildung angetroffen werden. Das quantitative Verhältniss zwischen der Grundmasse und der in ihr suspendirten Zellenäquivalente kann sehr wechseln, erstere kann bis auf ein Minimum reducirt werden und dann einem blossen Kerne Platz machen. Die Zellenäquivalente sind entweder ganz nackte Kerne oder Kerne mit sparsamem Protoplasma umgeben; letzteres kann sich in lange, mehr oder weniger veränderte, glatte Fortsätze hinziehen und dadurch je nach Umständen den Anschein faseriger Bildungen erzeugen. Andere fascrige Bildungen, welche den Fibrillen des gewöhnlichen Bindegewebes zu vergleichen wären, kommen höchst wahrscheinlich nicht vor. Wohl aber kann an einzelnen Stellen die poröse Bindemasse von einem faserigen Gerüst getragen werden, welches in regelmässiger Weise angeordnet den Müller'schen Fasern der Retina, im Allgemeinen also vielleicht den elastischen Fasern des übrigen Bindegewebes zu vergleichen ist.

Unter den in diesem schematischen Bilde aufgeführten Angaben könnte zunächst die poröse Grundmasse eine Erörterung verdienen. Sie hat im Ganzen meinen Untersuchungen ferner gelegen, und ist durch die M. Schultze'schen Angaben so ins Klare gebracht, dass man sich wohl damit begnügen kann. Ich halte sie mit der der Retina identisch. Im Gehirne erhält man das klarste Bild von ihr aus der grauen Rindenschicht des kleinen Gehirnes, am schönsten bei einer Behandlung mit ganz dünner doppeltchromsaurer Kalilösung, weniger in solcher mit Chromsäure. Der coagulirende Einfluss solcher Lösungen ist im Ganzen, besonders am ersten und zweiten Tage, so gering, dass schon daraus Henle's Annahme unwahrscheinlich wird, der den ganzen körnigen Anstrich als Kunstproduct nimmt, und die Masse für homogen hält. Die Methoden, welche dieses nach ihm und Uffelmann beweisen sollen, sind im Ganzen wohl kaum untrüglich zu nennen. Ausserdem ist zu bedenken, dass der körnige Anschein auch nach

anderen Behandlungen bleibt, dass hier dünne Alkalilösungen auf frische Präparate genau denselben Effect haben, dass stärkere Alkalien den körnigen Anschein nicht wieder entfernen können, dass chromsaures Kali die Bilder am schönsten gibt, welches entschieden weniger coagulirt wie Chromsäure, dass Oxalsäure, Essigsäure, Barytwasser alle denselben Effect fast ohne Unterschied nach sich ziehen, ganz abgesehen von allen Gründen, welche M. Schultze schon beigebracht hat, und welche die ungenauen Versuche Uffelmann's sicher nicht widerlegen können. Henle hat insofern Recht, als stärker einwirkende unvorsichtig angewandte Chromsäurelösungen allerdings unregelmässige Coagulationen und Auseinanderzerrungen der Massen hervorrufen können, und was hier von gröberen Fasernetzen gemeldet wird, wie z. B. die von Stephany, hat wohl in solchen Einflüssen seinen Grund.

Die schwammige Masse wird von Carmin diffus roth gefärbt, etwas stärker an Stellen, wo sie die Grenze gegen andere Gewebe bildet, also z. B. eine Nervenfaser einschliesst, oder auch an Stellen, was leichter zu begreifen, wo massenhaftere Kerne gewöhnlich bindegewebiger Natur liegen. Dergleichen deutet auf eine verschiedene Dichtigkeit, über deren Grund man schwer etwas Bestimmtes aussagen würde. Die schwammige Masse adhärirt nicht in gleichem Maasse den in ihr suspendirten Theilen. Während die isolirten Nervenprimitivfasern meist eine ganz vollkommen glatte Oberfläche zeigen, pflegen die isolirten Ganglienzellenfortsätze fast immer rauh, zerrissen auszusehen und mit Fetzen dieses Schwammgewebes behangen zu sein; auch die an manchen Orten vorkommenden Faserzüge wohl bindegewebiger Natur zeigen ein ähnliches Verhältniss. Bilder der Art könnten, wie ich schon vorhin hervorhob, zu dem Schluss führen, dass die Schwammmasse in ihrer Genese auch zu den Nervenzellen in Verbindung stehe, von denen sie sich später ganz emancipirt. So ganz besonders deutlich an den grossen Zellen des kleinen Gehirnes, aber auch an den kleinen in dessen grauer Rindschicht. Ich vermag eine solche Beziehung nicht absolut zu widerlegen, und es versteht sich von selbst, dass eine derartige Masse, welche wirklich auch später noch zum Nervengewebe gehörte und also alle isolirte Wirkung aufhöbe, ein physiologisches Unding wäre. Aber es handelt sich hier nur um die Entwickelungsgeschichte, und wenn man sich eine derartige Masse später von ihrer Matrix emancipirt denkt, so steht derartigen Annahmen auch physiologisch nicht so viel entgegen. Dann würde also die Schwammmasse gewissermaassen einen neutralen Boden darstellen, der in der ersten Entwickelung eigentlich beiden Geweben an-

gehört, aber später mehr eine indifferente Geltung erhält. Was gegen derartige Annahmen spricht, ist dass diese Verbindung von Schwammmasse mit der Zelle durch längeres Maceriren, durch stärker angreifende, lösende und später contrahirende Einflüsse aufgehoben werden kann. (Natron causticum etc.) Es ist dagegen wieder anzuführen, dass an manchen Orten auch die ächten Bindegewebselemente vollkommen glatt und rein aus dieser Einhüllung herausgelöst werden können — bei anderen gelingt dies allerdings nicht so. Kölliker scheint sich die Masse des Schwammgewebes als Verbindungen von anastomosirenden Zellenfortsätzen zu denken (vergl. Fig. 168 auf Seite 304 der vierten Auflage der Gewebelehre). Dass unter Umständen Zellenfortsätze hier netzförmig anastomosiren können, will ich nicht läugnen, aber eine allgemeine Geltung hat eine solche Annahme nach meinen Untersuchungen sicher nicht, und die meisten Zellenausläufer, abgesehen dass diese gar nicht zahlreich genug existiren, sind auch soweit zu isoliren, dass ihr vollständiges Schicksal bekannt wird. Ihrer histologischen Bedeutung nach möchte ich sie also als Intercellularsubstanz in dem Sinne auffassen, dass sie wesentlich den eingeschlossenen Zellen angehört, als veränderte Masse derselben aufzufassen ist, sich aber allmälig von denselben emancipirt hat, und als eine mehr gleichmässige selbstständige Bindemasse erscheint. Indem ich auf die möglicherweise faserig erscheinende Beschaffenheit derselben übergehen will, habe ich vor allen Dingen hervorzuheben, dass auch die schwammige Masse selbst in faserige Züge zerfallen kann, dem natürlich kein lebendes Object sicher entspricht. Faserzüge der Art haben das Charakteristische, dass ihre Fasern ein unregelmässig zerrissenes Ansehen haben, leicht mit nervösen Fäserchen verwechselt werden können und dass um so sicherer auf sie zu rechnen ist, je mehr das Präparat in der macerirenden Zersetzung fortschreitet. Faserzüge der Art schliessen sich gern um die freien Kerne an, welche in die Massen eingebettet liegen, und sie können entschieden als Gerinnungs- und Macerationsproduct aufgestellt werden. Dahin gehört die grösste Zahl der Fäserchen, die als Fortsätze der freien Kerne oder Körner aufgeführt werden und welche Gerlach zu seiner Theorie über den Bau des kleinen Gehirnes verleitet haben; dahin gehören auch ähnliche Faserzüge, die ebensogut in anderen Theilen des Gehirns um Kerne herum oder auch selbstständig isolirt werden können. Besonders leicht zerfällt auch in der Weise in unregelmässige Faserzüge die untere Lage der grauen Rindenschicht des kleinen Gehirns, welche direct um die Körper der grossen Zellen herumliegt. Es soll damit indess nicht gesagt sein, dass ich alle faserigen Züge, welche

um Kerne herum aus der Gehirnmasse isolirt werden können, für derartige Macerationsproducte halte. Im Gegentheil, wenn ich auch die Schwammmasse für ein Product des Protoplasma halte, so ist sie doch später nicht Protoplasmamasse selbst, und daher gewiss von Schichten zu unterscheiden, welche dicht um den Kern liegen und als Reste echten Protoplasmas aufzufassen, wenn auch nicht immer der Beobachtung zugänglich sind. So kann man, wie gleich auseinanderzusetzen, auch aus ganz frischen Theilen nach den genannten Methoden Kerne mit sternförmig sie umgebenden Faserzügen isoliren, die bei weiterem Eingreifen des Reagens verschwinden, die Fäulniss nicht ertragen, und die sicher von der Schwammmasse unterschieden sind. Ich behaupte mithin nur, dass in solchen Fällen die diesen Faserzügen entsprechende Masse von der umschliessenden Bindemasse chemisch different sei, nicht dass sie auch während des Lebens eine solche feste, geronnene, faserige Beschaffenheit besitze, eine Unterscheidung, die natürlich nur für die Streitigkeiten gewisser Histologen, nicht aber für das physiologische Erforderniss Bedeutung besitzt. Nur an wenigen Stellen erhält die eben beschriebene Masse hinzukommende Charaktere, durch welche sie den übrigen Bindegewebsmassen mehr genähert wird. Man würde von solchen sprechen dürfen, wo sich in ihr selbstständige faserige Bildungen erkennen liessen, welche den Bindegewebsfibrillen oder den elastischen Fasern parallel zu stellen wären. Es gibt, so weit ich bis jetzt sehe, nicht gerade viele Stellen, wo man über derartige faserige Anordnungen in Zweifel gerathen könnte. Ueber die Ursachen einer solchen scheinbar fibrillären Anordnung ist an manchen Punkten schwer ins Reine zu kommen. Zunächst ist wohl zuzugeben, dass an der Stelle, wo die Pia mater direct in die Centralmassen hineinreicht, dieselbe anfangs noch fibrilläre Anordnungen erkennen lässt, welche nicht auf die Zellenausläufer zu beziehen sind, und welche auch nicht mit den gleich zu beschreibenden anderen Faserbildungen zusammengestellt werden können. So sieht man an den in die Incisuren sich senkenden Massen, welche sich in der Substantia gelatinosa centralis verlieren, sehr leicht fibrilläre Structur, und es ist ja auch a priori zu erwarten, dass der Uebergang der gewöhnlichen Bindesubstanz der Pia mater in die schwammige des eigentlichen Centralgewebes nicht ganz plötzlich sich machen werde. In den meisten Fällen aber sind die faserigen Bildungen ganz sicher nichts weiter wie ausserordentlich lang sich hinziehende, sich mannigfach verflechtende Züge von Zellenausläufern. Schon daraus resultirt eine gewisse Verschiedenheit des centralen Bindegewebes. Eine weitere findet man an Stellen, wo die schwammige Masse durch ein eigenthüm-

liches Gerüst wirklich selbstständiger Faserzüge getragen wird. Das beste Beispiel der Art, an das ich, um verständlich zu sein, gleich erinnern muss, und das wohl dem unten zu beschreibenden vollständig parallel steht, ist die poröse Masse der Retina mit den Müller'schen Fasern. Sehr deutliche ähnliche Beispiele der Art sind leicht zu erkennen in den grösseren Centralmassen bei niederen Wirbelthieren, besonders in der Rinde der lobi optici der Batrachier und Fische, wo bei ersteren die betreffenden Faserzüge in bestimmter Beziehung zu den flimmernden inneren Epithelzellen zu stehen scheinen. Mit grösster Bestimmtheit sind mir derartige Faserzüge bis jetzt bekannt als ein radiär gestelltes System sehr regelmässig parallel verlaufender Fasern, welche die graue Rindenschicht des kleinen Gehirnes durchziehen. Dieses sind drehrunde, ausserordentlich feine Fäserchen, welche schon an frischen Präparaten eine sehr feine radiäre Streifung an der Rinde des kleinen Gehirns erzeugen, die auch anderen Autoren bekannt ist[1]). Dass es sich bei diesen Fasern nicht um nervöse Theile handelt, ist klar. Sie sitzen mit einer kurzen, eckigen Anschwellung auf der Pia mater fest, in die sie sich verlieren, schienen mir hier auch oftmals mit den Bindesubstanzelementen in Verbindung zu stehen; auch ihr weiterer Verlauf lässt eine bestimmte Verbindung mit nervösen Elementen bestimmt in Abrede stellen. Dazu kommt, dass die Concentrationsgrade und Behandlungsweisen, welche sie verlangen, ganz andere sind, als diejenigen, welche faserige Nervenpartien deutlich machen. Bei der Betrachtung des kleinen Gehirns werde ich auf diese Verhältnisse näher eingehen und auf ein zweites Fasersystem aufmerksam machen müssen, welches fast unter ähnlichen Verhältnissen verläuft wie das genannte, welches aber ganz sicher mit den Ausläufern der grossen Ganglienzellen in Verbindung steht.

Die genannten Stützfasern der grauen Rindenschicht sind wie gesagt schon bei frischen Präparaten deutlich zu machen, sehr klar werden sie, wenn die Pia mater sich etwas unregelmässig von der Oberfläche abgehoben und ein Stück der grauen Masse mitgenommen hat; man sieht dann oft die Fäserchen deutlich aus der Oberfläche hervorragen, gewöhnlich mit einer kleinen Anschwellung versehen. Bei jungen Thieren sind dieselben leichter zur Anschauung zu bringen wie bei älteren, also geben z. B. ganz junge Kälber sehr passende Objecte,

---

[1]) Es sind dies dieselben Fasern, welche Bergmann zuerst sah und über welche ausführlich F. E. Schulze in seiner Inauguraldissertation „Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirnes", Rostock 1863, handelt, eine Arbeit, die Deiters nicht mehr benutzen konnte. M. S.

passender wie erwachsene Rinder; sie erhält sich im doppeltchromsauren Kali besser, wenigstens leichter sichtbar, als in den verschiedenen Chromsäurelösungen.

Die genannten Charaktere scheinen mir hinzureichen, um diese Faserzüge den Müller'schen Fasern der Retina an die Seite zu stellen, und damit eine weitere Analogie zwischen diesem Gewebe und denen des Centralnervensystems hinzustellen. Die oben angeführten Stellen aus den Centralorganen anderer Thierclassen machen diese Analogie noch auffallender, und hier lässt die vergleichende Anatomie noch eine reiche Ausbeute hoffen. Auch die Entwickelungsgeschichte weist derartige Bildungen in grösster Ausdehnung nach, wie sie mir aus der embryonalen Grosshirnrinde bekannt sind, wo sie mit den Zellen doch in näherer Verbindung zu stehen scheinen. Es lässt sich also wohl annehmen, dass derartige intercelluläre Stützfasern vielleicht ein wesentliches Glied in der ganzen Gewebeanordnung bilden, dass an manchen Orten mehr, an anderen weniger zur Ausbildung kommt. Es lässt sich im Allgemeinen als Gesetz aufstellen, dass eine derartige streifige Anordnung der bindegewebigen Masse mit einer regelmässigen linearen Anordnung auch der nervösen Theile Hand in Hand geht; derartiges repräsentirt die Retina, derartiges das kleine Gehirn, Aehnliches lässt sich in dem Ammonshorn erkennen etc. etc.

So viel über die schwammige oder körnige Bindemasse der Centralorgane, die im Allgemeinen viel geringeren Controversen unterworfen zu werden braucht und jedenfalls nur solchen, welche in den allgemeinen physiologischen Einblick der Centralorgane nicht eingreifen. Ich habe sie als Intercellularsubstanz nur aus dem Grunde bezeichnet, weil ich auch bei Annahme der M. Schultze'schen Ansichten über die Entstehung derselben, von deren Nothwendigkeit ich überzeugt bin, die Beibehaltung des einmal traditionellen Namens für praktisch halte, da sich auch hier ein deutlicher Unterschied zwischen den Zellen, als ihrer Matrix, und deren Umgebung nachweisen lässt. Ich darf daher hoffen, dass der Ausdruck nicht zu Missverständnissen führen werde.

Ich komme dann zu denjenigen Theilen, deren Beschreibung nicht nur, sondern deren physiologische Bedeutung grösseren Controversen unterworfen sein kann und ist, und bei denen eine bestimmtere Ansicht um so mehr erfordert wird, nämlich zu den Zellen oder Zellenäquivalenten in der Bindesubstanz. Die theoretisch vorgefassten Ansichten über sogenannte Bindegewebszellen und das mehr schematische Bild, welches von solchen Virchow und seine nächste Schule gegeben

hatten, sind hier wohl die Veranlassung gewesen, dass die Controverse auf Theile ausgedehnt wurde, welche man sonst gewiss kaum mit hineingezogen haben würde, während auf der andern Seite eine einseitige, vorgefasste Opposition gegen derartige Anschauungen von der richtigen Bahn ebenso weit abführte. Es will mir scheinen, als liesse sich zwischen zwei Extremen eine Mitte finden, welche gar nicht von vorgefassten Ansichten ausgeht und welche auf dem Boden der M. Schultze'schen Theorie steht. Ich werde daher im Folgenden von Zellenäquivalenten sprechen und dabei nicht Gefahr laufen, missverstanden zu werden. Stellt man die Frage so, existiren im Innern des schwammigen Gewebes Zellenäquivalente, die nicht zu den speciell nervösen Theilen gehören, und die also als Aequivalente der Zellen aller sogenannten Bindesubstanzen gelten dürfen, so sind natürlich zunächst alle Zellen zu eliminiren, bei denen die nervöse Natur bestimmt dadurch bewiesen werden kann, dass ihr Zusammenhang mit echten Nervenfasern demonstrirt wird. Versucht man, wie ich es demnächst auseinandersetzen werde, die Zellen vollständig intact zu isoliren und dadurch einen Einblick in ihre sämmtlichen Eigenthümlichkeiten zu erhalten, dann ist es möglich, der genannten Forderung mit grosser Bestimmtheit zu genügen. Darauf hin, muss ich nun sagen, sind mir in den bisherigen Angaben der Autoren überhaupt keine Zellen bekannt geworden, bei denen ein solcher Zusammenhang nicht constatirt werden könnte; ich meine nämlich Zellen mit entschieden ausgesprochenem Zellencharakter. Ich muss diesen Satz auch auf die von mir untersuchten Zellen ausdehnen und also an die Spitze stellen, dass bei vielleicht allen Zellen mit beträchtlicher Protoplasmamasse, also mit auf den ersten Blick deutlicher Zellenconfiguration sich ein Zusammenhang mit Nervenfasern nachweisen lässt. Ich spreche das natürlich nur für diejenigen Theile aus, welche ich speciell untersucht habe, ohne diesem Ausspruch eine unberechtigte Ausdehnung geben zu wollen, aber schon daraus glaube ich die grösste Unwahrscheinlichkeit herleiten zu dürfen, dass es überhaupt Zellen in den Centralorganen geben werde mit ausgesprochenem Zellencharakter, welche nicht nervöser, also bindegewebiger Natur sind. Nach den Untersuchungen der bisherigen Autoren bleiben, wenn man die bezeichneten Zellen ausnimmt, nur Gebilde übrig, welche die Beschreibungen entweder direct als freie Kerne bezeichnen oder nur mehr aus theoretischen Gründen mit einer hypothetischen Zellenmembran versehen. Die Zeit ist vorüber, wo man die Existenz sogenannter freier Kerne bloss der Bindesubstanztheorie zu Liebe läugnen, und wo man, wenn es nicht

anders ging, sich mit einer Zellenmembran helfen zu müssen glaubte, welche dem Kern dicht anliegt. In solcher Beziehung hatte denn allerdings wohl die Opposition Henle's einen gewissen thatsächlichen Boden. Doch wenn man hier zu mehr nüchterner Ansicht gekommen ist, so wird es nicht das Verdienst Henle's, der nur niederzureissen bemüht gewesen ist, ohne das Geringste an die Stelle zu setzen, sondern das M. Schultze's sein, dessen Auffassungen der Zellen erst hier alle möglichen Vorkommnisse zu verstehen gelehrt haben.

Nicht alles das, was unter der grossen Rubrik freier Kerne geht, hat eine gleiche Bedeutung. Man findet unter solchen Formen Theile, bei denen der leicht zu sehende Kern auch fast jeder Spur eines ihn umgebenden Protoplasmas entbehrt, andere, wo er von einer ganz dünnen Masse umgeben wird, welche sich aber bei der Isolirung in dünne, unregelmässig körnige Fetzen auszieht und sich schliesslich in der porösen Grundsubstanz verliert, andere endlich, in denen eine solche umgebende Schicht sich am meisten von gewöhnlichem Zellenprotoplasma entfernt hat, ohne den chemischen und morphologischen Charakter der Zwischenmasse angenommen zu haben, sondern wo diese Masse in Form langer glatter Faden erscheint, welche von einem den Kern eng umschliessenden Mittelpunkt ausgehen. In der weissen Substanz der Centralorgane weist die oberflächlichste und eingreifendste Untersuchung eine ziemlich beträchtliche Zahl dieser letztgenannten Körperchen, mehr oder weniger dicht gedrängt, nach, welche durch das Imbibitionsverfahren leicht sichtbar zu machen und längst bekannt sind. Versucht man diese sogenannten Kerne zu isoliren durch die schwächsten Lösungen und vorsichtigsten Methoden wie auch durch eingreifendere Verfahren, so bekommt man immer dasselbe Bild. Dicht um den glänzenden, kein Kernkörperchen erkennen lassenden Kern sieht man hier eine Masse abgehender Faserzüge, welche von Anfang an ein festes wenn auch zartes Aussehen, einen ganz scharfen glatten Contour, einen beträchtlichen Glanz zeigen, und welche nach allen Seiten ausstrahlen (vergl. Taf. II, Fig. 10). Dieselben sind leicht beweglich, schlingen sich an isolirten Zellen vielfach, und sind nicht brüchig. Sie theilen sich sehr bald und verästeln sich dann auf das Mannigfaltigste unter immer gabelförmiger Spaltung. Ich glaube nicht, dass wer ein solches Element isolirt sieht, an Kunstproducte, an zufällige Gerinnungen wird denken wollen. Zur Isolirung derselben sind nicht einmal coagulirende Agentien erforderlich, und der Concentrationsgrad der zur Maceration angewandten Flüssigkeiten ist nicht so streng zu nehmen, und

bringt unter verschiedenen Umständen gleiche Bilder zum Vorschein. Auch die beginnende Fäulniss, die Gerinnungsproducte etc. meist leicht angreift, lässt diese Theile sehr lange ohne Einfluss. Die genannten Fortsätze sind meist ausserordentlich lang zu verfolgen und können natürlich sehr leicht für selbstständige Fasern genommen werden.

Bei Zellen der Art ist natürlich jeder Gedanke an ein nervöses Element ausgeschlossen, und wer etwa an die Möglichkeit dächte, Fasern der Art mit Axencylindern zu verwechseln, wer also diese mannigfachste Theilung bis ins Feinste und Alles, was dazu gehört, nicht für ausreichend erachtete, der kann sich leicht von der vollständigsten chemischen Differenz beider überzeugen. Die feinsten Axencylinder, über die ich später sprechen werde, sind meist sehr difficile Gebilde, welche isolirt etwas Rauhes, Unregelmässiges zeigen oder wirklich varikös werden, welche durch starke Alkalien, Essigsäure leicht zerstört werden etc., welche auch der ersten Maceration kaum widerstehen, alles Eigenthümlichkeiten, welche diesen Theilen durchaus fremd sind. Ausserdem erwäge man, dass eine Gerinnung durch dieselben Agentien keine wesentlichen Verschiedenheiten zeigen dürfe, dass insbesondere Stellen, wo entschieden durch Gerinnung Kunstproducte leicht gewonnen werden können, wo der bequemste Boden für sie vorhanden ist, also die Körner des kleinen Gehirns mit der sparsamen eng um sie gepressten Intercellularsubstanz, ganz andere Gebilde der verschiedenartigsten Form und Bedeutung zu Wege bringen, und dass es andere Elemente aus dem Gehirn mit ähnlich verästelten Fortsätzen gibt, aber von ganz anderer Bedeutung. Niemand wird eine wesentlich verschiedene Gerinnung durch dieselben Einflüsse annehmen wollen. Elemente der Art, wie sie eben beschrieben sind, kommen nun nicht bloss in der weissen Substanz und zwar in allen Formen weisser Substanz, aber nicht immer und überall gleich leicht isolirbar vor, sondern auch aus der grauen Substanz lassen sich manchen Orts dieselben Formen isoliren. Dahin rechne ich ganz insbesondere die sogenannte Substantia gelatinosa centralis mit ihren scheinbar dichten Fasernetzen, die sich bei näherer Untersuchung fast durchweg in solche Faserzüge als Zellenausläufer auflösen lassen. Hier kann man diese Züge auch in die Pia mater der Incisuren verfolgen und wie es scheint auch in die Zellen des centralen Epithels. Wenn man aber die letzteren mit langen Ausläufern in grosse Zellen mit dicken Protoplasma einmünden lässt, so ist mir dergleichen nach meinen Beobachtungen im höchsten Grade zweifelhaft. Aber aueh aus den übrigen Massen der grauen Substanz lassen

sich dergleichen Zellen isoliren, besonders aus der Substantia gelatinosa Rolandi und anderen Theilen, wo das Bindegewebe mehr eine selbstständige Geltung gewonnen hat. Hier liegt es besonders nahe, an Elemente zu denken, welche in das nervöse Fasergewirr eingreifen, und ich habe lange über solchen Möglichkeiten gearbeitet, mich aber endlich von dem Gegentheil überzeugt. Andere Beobachter möchte ich vor solchem Irrthum warnen, der besonders nahe liegt, nachdem die betreffenden Elemente isolirt worden sind. Die Fortsätze dieser Formen gehen von der unmittelbaren Umgebung des Kernes ab, aber viel unbestimmter, gebrechlicher, fast nervös aussehend und fast immer von Fetzen der porösen Masse behangen oder in sie übergehend.

Da man ganz dasselbe auch an den feinsten Abgängen der grossen und kleinen Ganglienzellen erkennen kann, so liegt es nahe, sich beide als gleich zu denken, was für die theoretische Auffassung von der allerhöchsten Bedeutung wäre. Man überzeugt sich indess nicht gar zu schwer vom Gegentheil. Während die ersten nur in ganz bestimmten Lösungen, die ich natürlich nicht erschöpft zu haben glaube, zu erhalten sind, während die geringste Maceration sie spurlos entfernt, während sie auch bei gelungener Vorbereitung ausserordentlich leicht abbrechen und sich der Beobachtung entziehen, ist bei den zu beschreibenden Formen fast durchweg das Umgekehrte der Fall. Je mehr die poröse Masse zerfällt, desto leichter kommen dergleichen Formen zum Vorschein. Ich nehme an, dass Uebergangsformen von ihnen zu der erst beschriebenen Gattung vorkommen können. Sie sind im Ganzen verhältnissmässig leicht zur Anschauung zu bringen. Ich möchte aber doch bezweifeln, ob bei allen ähnlichen Formen das Bild dem lebenden Zustande entspricht. Zunächst haben hier meist die Formen keine solche Regelmässigkeit, dass unter allen Umständen ähnliche Bilder erscheinen. Man darf daher äusseren Einflüssen, der Gerinnung etc. wohl eine Beziehung auf die Entstehung zuschreiben. Wenn man das zugibt, so verlieren die Gebilde dadurch nicht an Bedeutung, sondern es wird dann dem lebenden Zustande nur ein anderer Grad der Festigkeit etc. zugeschrieben, wie dem Zustande nach dem Tode und beim Eingreifen der Reagentien. Es wird sich immer um eine zwischen der porösen Substanz und von ihr unterschiedene, in bestimmten Linien abgelagerte Substanz handeln. Eine dritte Möglichkeit ist die, dass es sich bei solchen Faserzügen nicht um besondere, eigenthümliche Züge handle, sondern dass die Schwammsubstanz selbst in solche Formen bei der Maceration einfach zerfallen könne. Das würde dann die Kölliker'sche Auffassung ergeben, der die Netze des porösen Gewebes wie es scheint

überall als anastomosirenden Zellenfortsätzen entsprechend ansieht wie in seiner Fig. 168. Auch dergleichen lässt sich als möglich denken, wenn auch nicht in der streng Köllikerschen Weise, aber die Regel kann es nicht sein, besonders da die Schwammsubstanz nur an gewissen Stellen die Neigung zeigt, faserig zu zerfallen, da bei weitem nicht aus allen Schichten derartige Bilder zu isoliren sind, nicht einmal aus der grauen Rindenschicht des kleinen Gehirns, wo die bequemste Gelegenheit für solche Entwickelungen gegeben sein müsste. Jedenfalls ist es aber bei keiner der möglichen Entwickelungsmodi auffallend, dass die Zellenausläufer scheinbar variköse Beschaffenheit zeigen, die aber dann entweder einer unregelmässigen Gerinnung oder Contraction oder einem einfachen Ankleben der porösen Massen entsprechen würde. Jedenfalls sind derartige Vorkommnisse wichtig genug, um das Merkmal der Varikosität, welches an anderen Orten so charakteristische Symptome für nervöse Elemente abgibt, hier mit der grössten Vorsicht anzuwenden. Nicht immer ist in den beiden bisher beschriebenen Formen der Kern und auch die Spur um ihn gelegener Protoplasmamassen vollkommen dem Schema entsprechend. Es kommen Bilder vor, wo dieser kleine Kreis sich etwas mehr ausdehnt, aber immer bleibt dann ein sehr enger, ausserordentlich dünner, blasser, kaum je körnig erscheinender Zellkörper, der auf der Kante liegend nur das Bild einer derben Linie darbietet. Auch die Kerne sind nicht immer so scharf glänzend lichtbrechend, sondern zuweilen dünner, blasser, mattglänzend und lassen dann häufiger ein Kernkörperchen erkennen. Es kommt vor, dass zwei in der Art verschiedene Kerne dicht neben einander liegen. Auch diese Formen finden sich sowohl in der weissen als der grauen Substanz.

Eine dritte Form, unter der freie Kerne auftreten, ist eine solche, wo sie auch bei der Isolirung nur als solche erscheinen, und von gar keinem, jedenfalls von keinem fadenförmig ausgezogenen und auf alle Fälle nur höchst sparsamen Protoplasma umgeben sind. Auch Formen der Art lassen sich wohl aus allen Theilen der Centralorgane herstellen, am ausgebildetsten erscheinen sie aber in den bekannten Körnerlagen, deren bekannteste die Körnerschicht des kleinen Gehirns ist, die aber auch z. B. im Ammonshorn, bei niederen Wirbelthieren in den lobi optici gefunden werden etc. Im kleinen Gehirn sind derartige Bilder längst bekannt und haben die Aufmerksamkeit in hohem Grade auf sich gezogen, aber die verschiedenartigste Deutung erfahren müssen. Bekannt ist, dass Gerlach an ihnen Fortsätze entdecken wollte und daraus ein sehr einleuchtendes Schema über die Organisation des kleinen Gehirns

zusammensetzte. Nichts ist leichter, als die sogenannten Fortsätze von Gerlach zu sehen, nichts aber auch sicherer, als dass diese nur Fetzen der hängengebliebenen, porösen Masse oder unveränderten Protoplasmas sind, die die allerverschiedenste Form annehmen und ebenso häufig auch ganz fehlen können. Hier ist es ganz vom Reagens abhängig, ob und wie viel Fortsätze man von solchen Kernen erhalten will, die man willkürlich vermehren und verändern kann, und die nie in irgend einer gesetzmässigen regelmässigen Form erscheinen. Bei Betrachtung des kleinen Gehirns komme ich darauf noch einmal zurück, hier soll aber schon bemerkt sein, dass sich diese Kerne von denen der übrigen Bindesubstanz in Nichts unterscheiden, wohl aber sehr verschieden sind von gleich daneben oder dazwischen gelegenen Zellen, welche als entschieden nervös aufzufassen sind. Man sieht diese Kernhaufen unmittelbar in die der weissen Substanz übergehen und die Grenze gegen die Pia mater unmittelbar an die Kerne resp. Zellen sich anschliessen, die sich aber gleich durch eine mehr längliche Gestalt unterscheiden.

Die genannten Formen schliessen, wie ich glaube, alles ein, was von freien Kernen im Innern der porösen Substanz gefunden werden kann; bei ihnen allen liess sich ein Zusammenhang mit nervösen Elementen oder auch nur eine Zusammengehörigkeit damit entschieden widerlegen. Ich halte sie für das wahre Aequivalent der Bindesubstanzzellen, die also der Theorie entsprechend in allen Formen auch in rudimentärster Entwickelung erscheinen können. Vergleicht man damit die übrigen Zellen der Centralmassen, bei denen eine Zusammengehörigkeit mit nervösen Elementen bestimmt nachzuweisen ist, so würde der Wahrscheinlichkeitsschluss dahin lauten, dass alle Zellen mit entwickeltem, mehr solidem Protoplasma die Wahrscheinlichkeit nervöser Natur für sich hätten, während Formen mit rudimentärem Protoplasma immer mehr auf bindegewebige Theile hindeuten würden. Meine Beobachtungen haben mir bisher bei den von mir untersuchten Theilen nirgend das Gegentheil gezeigt, und selbst in den Gegenden, die ich bisher nur mehr nebenbei untersuchen konnte, glaube ich dasselbe Princip annehmen zu dürfen. Dass sich in den Angaben der bisherigen Autoren, weil ihnen eben eine vollständige Isolirung und daher vollständige Erkenntniss der zelligen Theile entging, keine andere beweisende Thatsache erwarten lässt, versteht sich hiernach von selbst. Es liegt mir natürlich fern, daraus gleich ein allgemeines Schema mit Sicherheit machen zu wollen. Besonders in vergleichend anatomischer Hinsicht ist es bekannt, wie vor-

sichtig Analogien anzuwenden sind, und erlaube ich mir hier kein sicheres Urtheil. Ich habe auch noch die Pflicht, auf einige zweifelhafte Stellen aufmerksam zu machen, wo mir ein so bestimmtes Urtheil noch nicht gelungen ist, und die auch der Aufmerksamkeit anderer Forscher empfohlen werden müssen. Zu derartigen zweifelhaften Elementen rechne ich zunächst gewisse kleine kernartige Gebilde in der Körnerlage und der grauen Rindenschicht des kleinen Gehirns, wo der Zusammenhang mit nervösen Elementen und die ausgesprochene Zellennatur nicht leicht zu beweisen sind. Die Beschreibung derselben und die wahrscheinliche Theorie folgt demnächst. Elemente, über die ich ausserdem noch nicht ins Klare habe kommen können, sind die kleinen Zellen der sogenannten Stilling'schen Kerne des Rückenmarkes, die Zellen der sogenannten oberen Olive. Es handelt sich hier um Provinzen mit ganz bestimmt charakteristischer Formerscheinung, und kann man hier das Argument Mauthner's wiederholen, dass solche Elemente mit Nothwendigkeit in eine Beziehung zur Function gesetzt werden müssen. Ausserdem sind hier Zellen wichtig, welche dem Boden des vierten Ventrikels entsprechen und als Aequivalente der Substantia gelatinosa centralis aufzufassen sind, welche sich durch den Aquaeductus Sylvii fortsetzen, und ihr letztes Ende, ihre letzte Ausbildung im Infundibulum finden. In diesen Massen, die an manchen Stellen eine grosse Mächtigkeit erreichen, finden sich Nervenfasern des feinsten Kalibers, sowie Nervenzellen von unzweifelhaftem Charakter. Doch begegnet man auch Zellenanhäufungen z. B. in directen Fortsetzungen der Epithelien und der Pia mater, bei denen eine solche Bedeutung schon aus diesem Grunde zweifelhaft genannt werden muss. Es ist schwer, sich in Beziehung auf solch kleine Massen auf Zerzupfungspräparate zu verlassen; auf Schnitten erkennt man einen ziemlich ausgesprochenen Zellkörper mit mehreren kurzen Fortsätzen, über welche ich mir kein bestimmtes Urtheil erlaube. Ich betrachte hier meine Untersuchungen nicht als abgeschlossen, und muss späteren Ergebnissen eine bestimmte Entscheidung überlassen.

Was nun schliesslich Vorkommen und Ausbreitungsweise der Bindesubstanz angeht, so kann man sagen, dass dieselbe im Ganzen und Grossen eine ziemlich unregelmässige ist und dass man wohl bei einem grossen Theile der bisher untersuchten Gebiete der Ausbreitung derselben eine zu grosse Ausdehnung zuschreibt. Am sparsamsten erscheint sie allerdings in der sogenannten weissen Substanz. Die schwammige Masse ist hier auf einen sehr kleinen Antheil reducirt, der direct um die Nervenfasern eine etwas dichtere Beschaffenheit annimmt, sich in-

tensiv roth färbt und hier wohl die Stelle der Schwann'schen Scheide der Nervenprimitivfasern einnimmt. In ziemlicher Menge aber erscheinen hier die Körperchen oder sogenannten freien Kerne in den Maschen zwischen den Nervenfasern, sie sind hier an Schnittpräparaten besonders leicht zu sehen und ohne bedeutende Schwierigkeit in der näher beschriebenen Form zu isoliren. Kölliker hat indessen Recht, wenn er auch hier an manchen Stellen die Bindemassen in etwas grösserer Ausdehnung annimmt und also gewissermaassen graue Kerne in der weissen Masse unterscheidet; das erinnert dann an die grauen Massen, welche sich in der Medulla oblongata an den verschiedensten Stellen in die weisse Masse hineinsenken, die aber auch Nervenfasern enthalten. Einen wesentlichen Unterschied zwischen den weissen Massen verschiedener Regionen wüsste ich höchstens in quantitativer Weise anzugeben. Auch die Grösse, die Menge und Festigkeit der kernartigen Elemente ist nicht überall gleich. Die grössten Unterschiede zeigen aber die speciell sogenannten grauen Massen, die allerdings an manchen Stellen kaum diesen Namen verdienen. Je mehr in einer solchen grauen Masse, wie schon oben bemerkt, breite dunkelrandige Fasern vorhanden sind, je dichter gedrängt solche liegen und je mehr sie in grösster Unregelmässigkeit die ganze Masse durchziehen, desto mehr wird die Masse undurchsichtiger und der weissen genähert, je reiner aber sie bleibt, je sparsamer die dünnsten Nervenfasern sie durchziehen, je mehr dieselben bestimmte Züge einnehmen und daher andere Züge fast vollständig frei lassen, desto mehr behält die Bindemasse ihr natürliches Ansehen, was entschieden ein gelatinöses durchscheinendes ist, wie das der Subst. gelatinosa. Der Zellen- resp. Kerngehalt verändert solches nur sehr wenig, und selbst die dichtgedrängten Kerne und Zellenmassen der Körnerlage des kleinen Gehirns verändern nur wenig an diesem durchscheinenden Charakter. Ein besonders hübsches gelatinöses Aussehen der Art besitzt auch der sogenannte Vaguskern. Ja sogar die Masse des Infundibulum kann damit verglichen werden.

Die Anordnung des Bindegewebes im Rückenmark ist demnach im Ganzen leicht verständlich. In der weissen Substanz haben wir durchweg im Verhältniss das regelmässigste Maschenwerk, welches sowohl die aufsteigenden Nervenbahnen in grössere Bündel zerlegt, als auch innerhalb dieser feine Maschennetze zwischen die einzelnen Primitivfasern sendet, deren Hülle von ihm gebildet wird. Bei der grauen Substanz liegen die nervösen Theile in einer mehr diffusen Ausbreitung der betreffenden Massen, welche dem unregelmässigen Verlauf der Nervenfasern und Zellen entspricht. Abwechselung bringen in das Schema

die hineindringenden Fortsätze der Pia mater, welche erst allmälig ihre Neigung, fibrillär zu zerfallen, verlieren, endlich die durchbohrenden Faserzüge, welche von den Flimmerepitelien aus nach innen reichen. Auf die Verschiedenheiten der Substantia gelatinosa centralis und der Substantia gelatinosa Rolandi habe ich schon aufmerksam gemacht.

In dem verlängerten Mark wird die gröbere Anordnung des Bindegewebes durch den complicirteren Bau der grauen Masse selbst verwickelter. In dem grössten Theile desselben kann man, wie ich demnächst auseinandersetzen werde, die graue und weisse Masse nicht mehr so scharf getrennt annehmen, indem die mannigfach wechselnden Züge der weissen die graue Substanz durchbohren und weit auseinanderzerren; auf diesem Wege kann man auch das verlängerte Mark ein anastomosirendes Balkenwerk grauer Massen nennen, in deren Maschen die weissen Nervenfaserzüge verlaufen. Im Allgemeinen besteht nun dieses Balkenwerk zum grössten Theil aus Bindegewebe, ziemlich entwickelt und von dem Typus, wie es überhaupt die Nervenzellen umgibt und auch hier die bekannten colossalen Ganglienzellen einschliesst. In vielen Fällen kann aber auch ein solcher breiterer Bindesubstanzbalken aller Nervenzellen entbehren und nur von Nervenzellenfortsätzen durchzogen sein. Ja auch letztere können darin fehlen, so z. B. an Stellen, wo graue Massen sich allmälig nach irgend einer Stelle hin verlieren und dann in eine reine Bindegewebsmasse auslaufen, so die ersten Anfänge der Olivenkerne, die Kerne der Goll'schen Stränge etc.

Nachdem sich der Centralcanal in der vierten Hirnhöhle geöffnet und sodann in den Aquaeductus Sylvii fortgesetzt hat, bleibt in seinem Boden immer eine Masse von sehr verschiedener Mächtigkeit liegen, welche der Substantia gelatinosa centralis entspricht. In besonderer Ausbildung sieht man dergleichen nach oben unter dem Boden des Pons, am Ursprung des Trochlearis und nachher um dem Aquaeductus Sylvii herum. Im Allgemeinen enthält auch diese Masse Nervenzellen und Nervenfasern, aber jedenfalls so angeordnet, dass ihre Theile leicht zerstört werden und sehr schwer vollständig darzustellen sind. Aber die grösste Masse ist einfaches Bindegewebe, mit der Pia mater untrennbar verbunden und mit den gewöhnlichen Kennzeichen begabt. Ich führte schon an, dass hier an manchen Orten Zellen von einem nicht ganz klaren Charakter anzutreffen sind, über die im Verlauf das Weitere. In ähnlicher Weise finde ich das Bindegewebe angeordnet, welches die Hauptmasse der Vierhügel ausmacht. Auch darauf, wie auf die Specialitäten habe ich im Einzelnen einzugehen.

III.

ÜBER DIE

CENTRALE GANGLIENZELLE.

Auch mit der Lehre von der centralen und peripherischen Ganglienzelle hat es eine ähnliche Bewandtniss gehabt wie mit derjenigen von den Elementen des Bindegewebes. So lange noch fast nur die grossen, klar bestimmten Zellen aus den peripherischen Ganglien oder aus den motorischen Vorderhörnern bekannt waren, bildete man sich einen schematischen Begriff vom Wesen einer Ganglienzelle aus, der seitdem der die Anschauungen beherrschende geblieben ist. Aber als neuere Forschungen dergleichen als unzureichend hinstellten, als Zellen von abweichender Form z. B. in den Sinnesorganen als Nervenzellen dargelegt wurden, da wurde der Begriff allmälig in das andere Extrem getrieben, und in manchen Annahmen ist kaum mehr eine Spur eines festen Schemas übrig geblieben. Es ist möglich gewesen, dass Theile, die sich als freie echte Bindegewebskerne klar beweisen lassen, als Zellen und mit den Nervenfasern in Verbindung stehend aufgefasst wurden, ja sogar die unschuldigen Epithelzellen des Centralcanals haben einem solchen Schicksal nicht entgehen können. Man ist in der That von den einfachsten Einsichten über Natur und Bedeutung der Ganglienzellen weiter entfernt als gemeinhin geglaubt wird. Darin liegt der Grund, dass auch der Begriff schwankend wurde, und derselbe kann nicht eher feststehend werden, bis solche Charaktere genauer bestimmt und erkannt werden, welche mit der wesentlichen physiologischen Bedeutung in innerem Zusammenhange stehen. Dazu gehören einstweilen noch keine Studien über die feinste Structur einer gegebenen Zelle, wie

sie z. B. Stilling hat unternehmen wollen, dahin gehören nicht vergleichende Studien einer solchen Zelle gegen den ersten besten Farbstoff, nein dahin gehören zunächst die allereinfachsten Fragen, in welcher Weise die Ganglienzelle in die Architektonik des ganzen Centralorganes eingreift. Man denke nur an diejenigen Zellen, welche am längsten bekannt und am leichtesten zu untersuchen sind, auch fast allein bisher wirklich bearbeitet sind, man denke z. B. an die grossen Zellen der motorischen Vorderhörner, und frage auch nur nach den ersten Anfängen einer anatomisch-physiologischen Verwerthbarkeit. Man denke sich hier also z. B. zwischen die in das Rückenmark eingetretenen Vorderwurzeln und die Vorderstränge als die leitenden Bahnen zum Gehirn eine Verbindung durch die Ganglienzellen der Vorderhörner, so hat man doch die simpelste Function, die man einer Ganglienzelle zuschreiben kann, und frage sich, welchen Anhalt die Anatomie bisher zur Erklärung einer solchen Vermittelung gegeben hat. Es lässt sich zeigen, wird die Antwort sein müssen, dass alle Versuche, eine solche zu geben, bisher als absolut gescheitert anzusehen sind, das nicht der geringste positive Anhalt vorliegt. Wenn aber an solchen verhältnissmässig augenfälligen Objecten die Untersuchung bisher gescheitert ist, so wird man von anderen feineren noch viel weniger erwarten dürfen und den Ausspruch gerechtfertigt finden, dass die Lehre von den centralen Nervenzellen einstweilen eine absolut bodenlose genannt werden muss.

Mehr als die anderen Gebiete hat die Lehre von den Ganglienzellen unter der einseitigen ausschliesslichen Anwendungsweise unzureichender Behandlungsmethoden leiden müssen, und man kann fragen, ob trotz aller Schönheit hier die Carminpräparation mehr Vortheile oder Nachtheile gebracht habe. Ausserordentlich leicht entstehen hier Bilder, welche die schwierigsten Fragen mit einem Blick zu lösen scheinen und welche zu den grössten Missverständnissen Veranlassung geben, und welche eine genauere Prüfung nicht bestehen lassen kann. So die Ansicht, welche jeden Fortsatz einer Nervenzelle ohne Weiteres als Axencylinder auffasst und so für die complicirten Verbindungen auf der Stelle einen anatomischen Ausdruck hat, so die Lehre von den sogenannten Anastomosen mehrerer Ganglienzellen untereinander. Die ganze Lehre von den Ganglienzellen kann nicht mit einer solchen Methode allein, am wenigsten mit einer doch immerhin so eingreifenden gelöst werden, und es muss einleuchten, dass so weitgehende Charaktere wie hier verlangt werden nur an vollständig aus ihrer Umgebung gelösten Zellen erkannt und beschrieben werden können. Nur auf Methoden der Art kann eine Theorie der Ganglienzellen gegründet werden.

Sie ist kaum versucht worden, und die nachfolgend mitgetheilten Bemühungen möchten als ein erster Versuch einer vorsichtigen Methodik hier angesehen werden.

Eine Definition der Ganglienzelle, welche sie von ähnlichen Gebilden unterscheiden könnte, schicke ich nicht voraus, ich weiss nicht, ob es eine absolute gibt; ich nenne aber jede Zelle so, welche mit sicheren nervösen Fasertheilen in Verbindung steht. Ich bin bei meinen Untersuchungen zunächst den umgekehrten Weg gegangen, und suchte an den sichersten, unzweifelhaftesten Ganglienzellen nach allen erkennbaren Charakteren, und versuchte, wie weit ein solches Bild auch auf andere Zellen der Centralapparate übertragen werden könne. Ich kam dabei zu einem schematischen Bilde, von dem ich annehmen muss, dass es allerdings mit einem hohen Grade von Sicherheit auf alle bisher bekannten Ganglienzellen der Centralorgane (mit Ausnahme vielleicht einiger des grossen Gehirns) übertragen werden dürfte. Es sei mir erlaubt, ein solches Schema an die Spitze zu stellen, ehe ich daran gehe, die Einzelheiten zu besprechen und über die mannigfachen Ansichten der verschiedenen Autoren ein Urtheil zu gewinnen. Ich finde die Grundzüge einer Theorie der centralen Ganglienzellen in dem Ausspruche von Remak[1]), dass jede Zelle nur mit einer motorischen Nervenwurzelfaser in Verbindung tritt, und dass diese eine Faser chemisch und physikalisch von allen übrigen centralen Fortsätzen unterschieden ist; und weiter in der daran sich schliessenden Hypothese von M. Schultze (vergl. seine Untersuchungen über das Geruchsorgan S. 66), dass eine gewisse Zahl feiner, aus verschiedenen Ganglienzellen entsprungener Fortsätze sich da und dort zu einem Bande vereinige, welches später Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser wird.

Mit wenigen Ausnahmen ist die centrale Ganglienzelle eine unregelmässig geformte Masse eines körnig erscheinenden Protoplasma, welche entweder mehr wachsweich, dehnbar, oder wie in den meisten Fällen mehr spröde und zerbrechlich ist, welche zuweilen auffallend platt und dünn, meist aber massig, nach allen Seiten ausgedehnt erscheint, welche durch eine ziemlich glatte Contour oder durch einen etwas gerissenen Rand gegen die Nachbarschaft abgegrenzt wird, welche in ihrem Innern einen grossen rundlich bläschenförmigen Kern mit eingeschlossenem Kernkörperchen trägt und durch keine äussere isolirbare Hülle, sogenannte Zellenmembran, von der Nachbarschaft abgeschlossen wird. Der

---

[1]) Ueber den Bau der grauen Säulen im Rückenmarke der Säugethiere. Deutsche Klinik vom 7. Juli 1855. Nro. 27.

Körper der Zelle setzt sich ohne Unterbrechung in eine mehr oder weniger grosse Zahl von Fortsätzen fort, welche sich mannigfach in langen Zügen und in oft wiederholten Theilungen verästeln und in welche sich das körnige, oft sogar das pigmentirte Protoplasma unmittelbar hineinverfolgen lässt, die also direct als dessen Fortsätze erscheinen, die sich zuletzt in eine unmessbare Feinheit auflösen und sich in der porösen Grundmasse verlieren, welche an solchen feinsten Fortsätzen immer in Fetzen hängend erkannt wird. Diese Fortsätze, die in keiner Weise auch in ihren letzten unveränderten Verästelungen als beginnende Axencylinder eines sich aus ihnen entwickelnden Nervenfadens anzusehen sind, nenne ich im Folgenden der Bequemlichkeit wegen Protoplasmafortsätze. Von diesen unterscheidet sich auf den ersten Blick ein ausgezeichneter einzelner Fortsatz, der entweder von dem Körper der Zelle, oder was auch vorkommt, von einem der grössten Protoplasmafortsätze unmittelbar an der Wurzel desselben entspringt (Fig. 1, 2, 4 a). Dieser eine Nervenfaser- oder Axencylinderfortsatz lässt allerdings an seinem ersten Anfang wohl noch die Körner des Protoplasma erkennen, in das er sich verliert, denn es ist kein scharfer Absatz da, aber sobald er sich von dem Zellenkörper entfernt, erscheint er gleich als eine starre hyaline Masse, viel resistenter gegen Reagentien, überhaupt anders sich gegen diese verhaltend und von Anfang an immer unverästelt. Kurz nach dem Abgang von der Zelle wird dieser Fortsatz dünner (Fig. 1 a), und bricht daher gewöhnlich zugleich wegen der hier meist stattfindenden Biegung ab. Aber auch solche abgerissene Stücke bleiben immer charakteristisch und sind auch bei den kleinen Zellen an wohl conservirten Theilen leicht und deutlich zu erkennen (Fig. 2 — 8 a) und ein hinreichender Charakter, um eine Zelle als Nervenzelle zu bezeichnen, für den hinreichend, der sich nicht die Zeit nehmen will, den unmittelbaren Uebergang in eine dunkelrandige Nervenfaser aufzusuchen, dessen Auffindung allerdings vom Zufall sehr wesentlich abhängt, aber überall möglich ist, wo immer er im Nachfolgenden behauptet worden. Dieser Charakter ist nicht bloss den grossen motorischen Zellen, an denen ihn Remak schon zum Theil erkannt hat, eigen, sondern auch den sensiblen, denen der Olive, des Pons, überhaupt allen, die bisher genauer untersucht werden konnten, ja täuscht mich nicht Alles, so kommt er auch den Zellen des grossen Gehirns zu[1]).

[1]) Deiters hat offenbar vergessen, hier auch die grossen Zellen der elektrischen Lappen am Gehirn von Torpedo anzuführen, an denen schon Rud. Wagner in den Icones physiologicae 2. Aufl. Taf. XIV. deutliche Verschiedenheiten der beiderlei Fort-

Controlirt man die verschiedenen Protoplasmafortsätze, so stösst man auf ein zweites wichtiges, dem obigen analoges Verhältniss. Von den gewöhnlichen Verästelungen abweichend sieht man an vielen Fortsätzen grösserer wie kleinerer Zellen eine Anzahl sehr feiner, leicht zerstörbarer Fasern abgehen, welche nicht als einfache Theilungen erscheinen, indem sie meist seitlich mit dreieckiger Basis aufsitzen (Fig. 1, bb). Diese Fortsätze sind sehr difficil, nur in bestimmten Lösungen in ihrer Verbindung zu erhalten, und zeigen keine bemerkbare Abweichung von den Axencylindern feinster Nervenfäserchen, mit denen sie ein etwas unregelmässiges Ansehen, leichte Varikositäten, und dasselbe physikalisch chemische Verhalten gemein haben. Sie verästeln sich zuweilen. In seltenen Fällen ist es mir gelungen, auf einem dieser Fortsätze eine dunkelrandige Contour zu erkennen, und ich stehe nicht an, in ihnen ein zweites System abgehender Axencylinder zu sehen, welches von den eben genannten grossen durchweg unterschieden scheint.

So erscheinen denn die Ganglienzellen, welche ich bisher untersucht habe, als Centralpunkte für zwei Systeme echter Nervenfasern, einer meist breiteren, immer einfachen und ungetheilten Faser, und eines zweiten ausgedehnten Systems von kleinsten Fäserchen, die an die Protoplasmafortsätze angeheftet sind. Ich werde versuchen, im Nachfolgenden darzuthun, dass diese beiden Systeme verschiedenen Richtungen angehören. Das gegebene Schema ist vielleicht kein allgemein gültiges, aber Ausnahmen sind mir bisher in den genauer untersuchten Theilen nicht bekannt geworden. Ich empfehle Alles einer strengen aber unbefangenen Kritik, deren Material im Nachfolgenden genauer zu besprechen sein wird.

Die Fragen, welche bisher über die Theorie der Ganglienzellen erörtert worden sind, haben die verschiedensten Intentionen gehabt und allerdings wohl kaum einen Punkt ganz ausser Acht gelassen. Seit den Dorpater Untersuchungen ist man vorzüglich darauf ausgegangen, entscheidende Charaktere an den Bindegewebselementen zu finden und dadurch zu einem absolut anatomischen Schema eines Nervenelementes,

---

sätze zeichnete. Die erste Mittheilung über die gemeinschaftlich mit Meissner und Billroth angestellten Untersuchungen gab R. Wagner in den Nachrichten von der Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1851, Nro. 14, Octob. 20, woselbst es heisst: „In der Regel entspringt von je einem Ganglienkörper eine, seltener scheinen zwei echte Nervenfibrillen zu entspringen.“ Ich habe in Triest bei Gelegenheit meiner Studien über die elektrischen Organe von Torpedo sehr vollkommene Präparate isolirter Ganglienzellen der elektrischen Lappen des Gehirns angefertigt, aber immer nur einen, nie zwei Axencylinder aus einer Zelle entspringen gesehen. M. Schultze.

ganz abgesehen von seinem Zusammenhang, zu kommen. Ich habe diese Angelegenheit im Vorhergehenden besprochen und muss meine Zweifel wiederholen, ob man auf solche essentielle Unterscheidungsmerkmale im Allgemeinen hinzuarbeiten berechtigt ist, ohne damit sagen zu wollen, dass sich nicht dergleichen herausstellen kann. Der logische Weg ist aber sicher der umgekehrte, da er von den Theilen ausgeht, welche ihr Zusammenhang mit Nervenfasern als charakteristisch auszeichnet. Jedenfalls wird sich auf solche Weise der Streit sehr vereinfachen und man wird sagen dürfen, wie viel Zweifelhaftes übrig bleibt, wenn man den oben angegebenen Weg geht; ich glaube sehr wenig, und jedenfalls kaum etwas von den bisher genauer bekannten Elementen.

Indem ich jetzt auf die einzelnen Charaktere der Ganglienzelle übergehe, möchte ich nur die Punkte zu berühren brauchen, welche principielle Bedeutung besitzen und über welche wohlgestützte Beobachtungen vorliegen. Das Protoplasma zunächst ist eine leicht körnige, mattglänzende Masse, in dem an vielen Zellen ein charakteristisches Pigment wahrgenommen wird. An manchen Orten, besonders an grossen Zellen mit breiten Ausläufern, bekommt es auch ein leicht streifiges Ansehen, ein Charakter, den ich einstweilen vergebens versucht habe auf bestimmte feinere Formelemente zurückzuführen. Im frischen Zustande sind die Zellen sehr leicht zerstörbar, weich und mit ihrer Umgebung fest verklebt, daher schwer zu isoliren. Es ist nicht leicht zu entscheiden, welchen Grad der Consistenz man den verschiedenen Schichten derselben während des Lebens zuschreiben dürfe. An pigmentirten grossen Ganglienzellen scheinen die feinen Pigmentkörner durch Druck ihre Stelle verändern zu können; doch ist es kaum zu entscheiden, ob eine Differenzirung in einen mehr flüssigen Kern und eine solide Rinde nicht vielmehr dem Tode und der Einwirkung der verschiedenen Reagentien zuzuschreiben ist. Das Protoplasma hat ferner die Eigenthümlichkeit, aus dünnen Lösungen leicht die gelösten Bestandtheile zu condensiren, wie also den Farbstoff des Carmins und auch wahrscheinlich die Chromsäure dünner Lösungen. Durch stärker eingreifende Reagentien, Alkalien und Säuren, werden die Zellen, wenn jene frisch einwirken, bald zerstört, während sie coagulirte nur sehr langsam verändern; doch ist hier das Verhalten verschiedener Provinzen ausserordentlich verschieden. Ganz dünne derartige Einwirkungen werden indess auch im frischen Zustande wohl vertragen, besonders wenn sie nur kurze Zeit dauern und dann vollständig unterbrochen werden. Chromsäurelösungen von stärkerer Concentration coaguliren die Masse und machen sie resistent und später zum Eindringen von Farbstoffen

sehr geeignet; doch tritt gewöhnlich ein grösserer Grad von Sprödigkeit und Brüchigkeit hinzu. Von grosser Bedeutung ist hier, weniger zur Feststellung absoluter chemischer Charaktere als zur Auffindung unterscheidender physikalisch-chemischer Merkmale an verschiedenen Ganglienzellen, die Benutzung von dünnen Chromsäure- und chromsauren Kalilösungen, bei denen man durch eine besonders zweckmässige Verbindung von eben beginnender Coagulation und Maceration die Theile in vollständiger Erhaltung zu isoliren und daher allein die Darstellung sämmtlicher wesentlicher Charaktere zu vermitteln vermag. Ich führe dieselben bei den einzelnen Zellenarten besonders an.

Sehr regelmässig, beim Menschen mehr wie bei Thieren, ist das Protoplasma theilweise pigmentirt, an manchen Stellen so auffallend, dass sich daraus ein unterscheidender Charakter ergiebt. Das Pigment erscheint in deutlichen Körnern von verschiedener Grösse in bekannter Weise angehäuft, kann sich aber auch, auf welches interessante Factum ich besonders aufmerksam mache, bis in die feinsten Verästelungen der Zellen hinein fortsetzen und erscheint dann hier besonders an den Knotenpunkten wie in Fig. 2 und 3.

Besondere Organisationen im Innern einer Ganglienzelle anzunehmen, wie es Stilling, zum Theil auch Jacubowitsch thun, sehe ich einstweilen keine Veranlassung, ohne sie absolut läugnen zu wollen. Die Stilling'- und Jacubowitsch'schen Angaben sind so leicht auf Gerinnungsproducte, theils des Protoplasma, theils des umgebenden und an den Zellen festklebenden Schwammgewebes zu beziehen, dass kaum ein Wort darüber zu verlieren ist. Dieselbe Ansicht hat Stilling von allen Autoren hören müssen. Er wird sie sicher für richtig erkennen, wenn er erst anfängt die Art der Einwirkung verschiedener Agentien auf die Centralelemente zu studiren. Nur wenige Worte über sie mag hier anzuführen gestattet sein. Nach Stilling besteht der grösste Theil des Zellenparenchyms aus einer unentwirrbaren Masse von kürzeren oder längeren faserähnlichen Theilen, aus feinen und feinsten Elementarröhrchen und anscheinend körnigen Massen der verschiedensten Form und Grösse. Der Anschein der Körner wird entweder durch umliegende Elementarröhrchen oder durch abgehende Axencylinder erzeugt. Diese sogenannten Elementarröhrchen spielen bei der Organisation der Nervenfaser, der Nervenzellen und ihrer Verbindung eine grosse Rolle, fast alle Theile, auch z. B. die Membran der Nervenzelle bestehen aus ihr. Angaben der Art verdanken ihr Dasein der in dem geheimnissvollen Dunkel einer tausendfachen Schiek'schen Vergrösserung rastlos schaffenden Imagination, für die ein ohne Methode oder

mit eingreifenden Hilfsmitteln behandeltes Rückenmark das geeignete Object lieferte, und sind beim besten Willen einer Widerlegung nicht bedürftig. Man muss wünschen, dass der unermüdlich fleissige Forscher seine Leistungen und Resultate selbst von derartigen störenden Zuthaten befreien möge; aber das wird nur bei einer genaueren und methodischeren Behandlung möglich sein.

Auch Mauthner hat über dergleichen Ansichten dieselbe Meinung, wenn ihm auch die Bedeutung der Masse im Ganzen nicht recht klar geworden ist. So muss ich insbesondere seine Gründe zu Gunsten einer Zellenmembran für ungerechtfertigt halten. Ich will zugeben, man kann an isolirten Ganglienzellen zuweilen das Bild erhalten, als wenn ein Inhalt sich von einer Scheide zurückgezogen hätte; zuweilen, aber sehr selten, ist mir dergleichen bei gut isolirten Zellen des kleinen Gehirns vorgekommen, aber in solchen Fällen lässt sich immer auch noch eine andere Erklärung denken; man kann eine unregelmässige Gerinnung des Protoplasma, man kann ein Ankleben einer Schicht der bindegewebigen Schwammmasse annehmen, die in dieser Form wohl vorkommt, alles Gründe, die ich immer in so vereinzelten Fällen viel eher annehmen möchte, wie eine Membran, deren Abwesenheit sich an den meisten Zellen an ihrer unverletzten Oberfläche wie an Bruch- und Rissstellen sicher beweisen lässt. Wenn aber Mauthner dergleichen an Schnittflächen beschreibt, so ist ihm nicht als dem Ersten ein Irrthum passirt, der schon bei früheren Autoren seine Erklärung gefunden hat. Es ist oft genug zu sehen, wie das Bindegewebe, welches die Ganglienzellen einschliesst, nachdem letztere einschrumpften, an dieser Einschrumpfung keinen Antheil nimmt, sondern die ursprüngliche Form behält, während die Zellen eckig und kantig sich zurückgezogen haben. Vollends hätte sich Mauthner hüten sollen, Beweise der Art von peripherischen Ganglienzellen zu entnehmen, bei denen die Anwesenheit einer bindegewebigen, selbstständigen kernhaltigen Hülle längst bekannt und anerkannt ist.

Ueber Kern und Körperchen desselben sind einstweilen erläuternde Nebenbemerkungen nicht von Belang. Beziehungen des Kernes zu abgehenden Fasern, wie deren z. B. Lieberkühn und G. Wagener beschreiben, habe ich nicht gesehen; sie haben gewiss nicht den Schein der Wahrscheinlichkeit für sich. Kerne mit zwei Kernkörperchen sind mir oft vorgekommen, aber nicht constant genug, und vor Allem nie zwei Kerne in einer Zelle, um daraus eine Ansicht über wechselnde Entwickelungsverhältnisse im Inneren der Centralorgane zu gründen, eine Idee, die wohl von manchen Forschern für

möglich gehalten wird. Im Innern der Kernkörperchen beschreibt Mauthner einen vierten Körper, den er nucleololus nennt; was er darunter meint, ist mir wohl bekannt, ich bin aber geneigt, die Bildung eher für eine Zerklüftung im Innern dieses Körpers wie für eine selbstständige Bildung zu halten. Zu einem bestimmten Urtheil scheint mir der Theil der Untersuchung nicht sicher zugänglich genug zu sein.

Ich gab vorhin an, dass die Peripherie der Zelle und ihrer Ausläufer sehr gewöhnlich ein rauhes gerissenes Ansehen habe, dass scheinbar feine Fäserchen daran kleben etc. Ein solcher Anschein ist nicht bei allen Zellen gleich constant, am deutlichsten an den grossen Ganglienzellen, welche sehr sparsam in den Hinterhörnern des Rückenmarks vorkommen, aber auch an anderen z B. den grossen Zellen des kleinen Gehirnes nicht leicht zu vermissen. Ein solcher Anschein ist am deutlichsten, je frischer und unveränderter das Präparat, je vorsichtiger das Reagens angewandt ist, am besten nach Behandlung mit dünnsten Chromsäurelösungen, weniger gut nach solcher mit doppeltchromsaurem Kali, am wenigsten nach Behandlung mit verdünnten Alkalien. Je länger ein Präparat in der Aufbewahrungsflüssigkeit liegt (z. B. Kali bichrom. gr. 2, 8 Tage), desto glatter isoliren sich Zellen und Zellenfortsätze. Man kann dem beschriebenen Verhalten verschiedene Ursachen zu Grunde legen.

Die Frage nach dem Vorhandensein und Fehlen von einer gewissen Anzahl von Fortsätzen des Zellenkörpers hat früher fast den Mittelpunkt der in Bezug auf die Ganglienzellen überhaupt herrschenden Hypothesen gebildet. Man unterschied demnach apolare-, uni-, bi- und multipolare Ganglienzellen, und läugnete bald für die eine bald für die andere dieser Formen das Vorkommen mehr oder weniger absolut. Noch in den neuesten Arbeiten findet man diesen Streit fortgesetzt. Mauthner und Stilling nehmen im Allgemeinen nur multipolare Zellen an, ohne auf die Zahl der Ausläufer einen zu grossen Werth zu legen, und sie thun daran wohl recht. Der Ausspruch von Kölliker ist nicht so bestimmt, doch scheint er auch derselben Ansicht zu sein. Nur Jacubowitsch spricht noch von bestimmten charakteristischen bipolaren Zellen, die seiner Gruppe sensibler Elemente zugehören. Ich komme darauf demnächst zurück.

Was die Bedeutung der Frage nach den Fortsätzen der Zellen angeht, so muss ich zunächst darauf aufmerksam machen, dass allerdings Schnittpräparate, besonders imbibirte, über eine Reihe von Thatsachen, Richtung der Fortsätze etc., den sichersten Anhalt geben

können, dass aber eine vollständige Charakteristik nur an vollkommen gut erhaltenen, gelungenen Isolirungen zu erreichen ist. Berücksichtigt man diese Forderung, so kommt man, wie ich auseinandersetzen werde, zu ganz überraschenden Ergebnissen und zu einer sonst kaum für möglich gehaltenen Uebersicht. Das Wesentliche in der Beurtheilung der Ganglienzellenfortsätze concentrirt sich darauf, dass ein Unterschied in den sogenannten Fortsätzen gemacht werden muss. Der eine markirt sich leicht und so augenfällig, dass ich mich nicht genug darüber wundern kann, dass er bisher erst so wenigen Forschern aufgefallen ist. Die meisten der einfachen von den Zellen abgehenden Fortsätze erscheinen als ganz unveränderte Zellenmasse, denn man kann, wenn der Fortsatz breit ist, nicht unterscheiden, wo die Zelle aufhört, wo der Fortsatz anfängt. Man findet bei diesen Fortsätzen bald, dass sie entweder massenhaft von dem Zellkörper abgehen, oder dass dieser nur wenige breite Fortsätze abgiebt, die sich dann aber sehr bald vielfach weiter theilen. So kann es sogar scheinbar bipolare Zellen geben, die aber ganz die Bedeutung von multipolaren haben. Nach manchen Richtungen hin scheint dergleichen etwas Constantes zu haben, wie denn überhaupt auch sonst noch Zeichen vorliegen, welche auf eine verschiedene Bedeutung auch dieser Protoplasmafortsätze deuten. So sitzt z. B. der Axencylinderfortsatz an den grossen motorischen Zellen (vergl. Fig. 1) fast constant neben einem breiten Fortsatz, der sich sehr bald in zwei theilt. Ja der Anfang dieses letzteren giebt oft sogar den Axencylinderfortsatz selbst ab (Fig. 2). Auch sonst scheinen mir die Fortsätze constant an Breite, Solidität, Zahl der Theilungen etc. verschieden zu sein, ohne dass mich aber meine bisherigen Forschungen hier zu weiter gehenden Annahmen berechtigten.

Die Theilung der Fortsätze geschieht meist regelmässig gabelförmig, doch kommt es auch vor, dass ein kleinerer sonst unveränderter Ast seitlich einem grösseren aufsitzt. Je mehr sich die Aeste während der Theilung vermehren, desto dünner und gebrechlicher werden sie, doch ist das Verhältniss hier nicht immer ein ganz regelmässiges; es kommt vor, dass ein Ast auf eine sehr lange Strecke hin unverändert seine Dicke behält. Die feinen Aeste bekommen leicht, auch bei noch ziemlicher Breite, etwas Weiches, Knetbares, und erscheinen dann fast varikös, in Wirklichkeit aber nur verbogen, unregelmässig zusammengepresst etc. Dagegen kann man andere sehen, die bei gleicher Breite vollständig glatt, unverbogen erscheinen. Der Grad der Einwirkung des Reagens scheint darauf nicht

von Einfluss zu sein. Man sieht, wie sich die Theiläste immer mehr verschmälern und sich zuletzt bei fortgesetzter Theilung bis zum unmessbar Feinen verlieren, und wenn man solche allerfeinsten Aeste, die aber noch als unveränderte Protoplasmafortsätze erscheinen, vollständig isolirt hat, so sieht man meist Fetzen der porösen Substanz daran hängen, so dass es fast wie ein unmittelbarer Uebergang aussieht. Gegen die wirkliche Annahme eines solchen könnten, wenn Jemand an einen solchen denken wollte, die chemischen Differenzen angeführt werden.

Ich führte schon an, dass sich in solche Protoplasmafortsätze das Pigment unverändert fortsetzen könne (Fig. 8) und zwar bis in die feinsten Aeste (Fig. 2); es ist dann entweder in einem grossen Theile gleichmässig verbreitet, oder erscheint in einzelnen Klümpchen, welche besonders an den Knotenpunkten angehäuft liegen. Es macht, wie ich schon angab, oft den Eindruck, als ob die Pigmentkörner im Innern des Protoplasma verschiebbar wären, doch könnten solche Erscheinungen auch auf anderweitige Ursachen zurückgeführt werden. Also auch darin liegt ein Grund, welcher die Zellenfortsätze den Zellenkörpern vollständig an die Seite stellt. Wie diese ertragen sie ziemlich eingreifende Reagentien, besonders wenn sie durch bestimmte derartige einmal coagulirt waren, sie sind in ganz frischem Zustande leicht zerstörbar, fast zerfliesslich, haben dasselbe körnige, mattglänzende Ansehen, und der Grund, weshalb sie frisch so schwer mit den Zellen in Verbindung zu erhalten sind, liegt nicht in einer chemischen Differenz, sondern in der innigen Verklebung mit der umgebenden Grundsubstanz, welche ein Abreissen nothwendig mit sich bringt. Alkalien und Säuren vorsichtig angewandt zerstören sie nur langsam und auch stärkere Chromsäurelösungen etc. erhalten selbst noch sehr feine Aeste, die aber dann natürlich der Coagulation und Schrumpfung wegen keine Isolirung gestatten. Lässt man auf die Präparate zunächst Lösungen von Natr. causticum in bestimmten Concentrationen einwirken, so werden die Massen allerdings gleich anfangs weich und zerfliesslich aber nicht so schnell gelöst. Lässt man z. B. derartige Lösungen, wie sie ich vorhin angab, nur kurze Zeit einwirken, und vertauscht sie nachher mit einer bestimmten Lösung von Kali bichromicum, so lassen sich die Zellen bis in sehr feine Fortsätze hin isoliren. Sie erhalten dabei sehr glatte Ränder, da die umgebende Bindemasse schneller gelöst wird und sich von der Zelle vollständig entfernt. Werden die Zellen und die Protoplasmafortsätze einem stärker lösenden Ein-

flusse ausgesetzt oder verfallen sie der fortschreitenden Maceration, so sieht man sie Schritt für Schritt von den feinsten Fortsätzen bis allmälig zu den grösseren zusammenschrumpfen, und von solchen stärker macerirten Massen bekommt man dann nur noch Zellen mit geschrumpften Rändern, ganz in derselben Weise, wie es bei manchen Zellenarten fast beständig vorkommt, die nur die difficilste Behandlung ertragen, z. B. die kleinen Zellen des kleinen Gehirns, des Pons etc. etc. Führe ich noch an, dass auch das fein gestrichelte oder fein punktirte Ansehen des Protoplasma sich allmälig in die Zellenfortsätze ohne Grenze hineinerstreckt, dass die Ränder, also die Beziehung zur Nachbarschaft, sich ganz gleich verhalten, so sind wohl Gründe genug vorhanden, welche es rechtfertigen, diese Form der Fortsätze für der Zellenmasse äquivalent anzusehen.

Der weitere Beweis wird, wie ich auseinandersetzen muss, darin liegen, dass die Zellenfortsätze gerade so gut wie die Zellenkörper abgehenden Nervenfasern zum Ursprung dienen können. Was nämlich die Ränder der Protoplasmafortsätze angeht, so habe ich in Bezug auf das gerissene unregelmässige Ansehen derselben noch hinzuzufügen, dass dieses jedenfalls nicht allein auf die anhängenden Schwammmassen geschoben werden darf, sondern zum Theil von mehr oder weniger regelmässigen Hervorragungen abhängt, welche den stärker eingreifenden Reagentien und der beginnenden Maceration sehr viel eher nachgeben. Wenn manche Theile des Rückenmarks oder Gehirnes mit den dünnsten Lösungen der genannten Reagentien behandelt werden, und selbst da nicht immer, sieht man den Protoplasmafortsätzen der Zellen verhältnissmässig sehr feine Fortsätze in verschiedener Zahl aufsitzen, die in Fig. 1, 5 und 7 b abgebildet sind, und die ich nach meinen Ergebnissen für verschieden von den bisher betrachteten halten muss. Ich habe dieselben nie gefunden, wenn z. B. Natronlösungen direct angewandt wurden und erst dann die Massen in die chromsaure Kalilösung gelegt wurden. Sie erhalten sich ferner nicht bei stark coagulirenden Lösungen, jedenfalls nicht in Continuität, nur in den allerdünnsten sind sie zu conserviren, oder wenn von diesen vorsichtig zu höheren übergegangen wird. So sind die Lösungen der Chromsäure von $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ Gran zu ihrer Darstellung wohl geeignet. Auch doppeltchromsaures Kali zu $^1/_2$ Gr. lässt sie erscheinen, und man kann hier wohl steigend bis zu 2 Gr. gehen. Sind sie einmal mit einer der genannten Lösungen imprägnirt, so vertragen sie auch dünne Natronlösungen, so dass die oben empfohlene complicirte Behandlungsweise wohl zu

ihrer Erhaltung passend ist. Sehr wesentlich ist nun, dass sie bei der geringsten beginnenden Maceration zerstört werden, also schon verschwinden, wenn die übrigen Charaktere der Zellen und ihrer Fortsätze noch völlig unversehrt erhalten sind. Ich bin überzeugt, dass man bei vorsichtiger Nachbehandlung in der beschriebenen Weise die abgebildeten Figuren und meine Beschreibung bestätigt finden wird. Etwas anderes ist es, ob diesen Fäserchen wirklich die Bedeutung zukommt, die ich ihnen zuschreibe, und ob sie doch nicht etwas mehr Zufälliges sind. Ich gebe zu, dass die Merkmale, welche ich an nackten derartigen Fäserchen kennen gelernt habe, in mancher Beziehung grössere Bestimmtheit wünschen lassen, aber ich muss die Beschreibung aufrecht halten, weil ich diese Fäserchen, wenn auch nicht häufig, von einer dunkelrandigen doppelten Contour umgeben gesehen habe. Es wären also Axencylinder der kleinsten Nervenfäserchen, welche hier den Protoplasmafortsätzen aufsitzen. Die genannten Fäserchen, wenn sie, wie gewöhnlich, nackt erscheinen, sitzen meist mit einer etwas dreieckigen Anschwellung den Protoplasmafortsätzen auf, in sie übergehend, also nicht bloss anliegend. Sie sehen meist nicht glatt, sondern wie fein varikös aus. Die Varikositäten lassen sich indessen nicht so bestimmt den regelmässigen Bildungen vergleichen, wie sie in den feinsten Endaxencylindern und den Sinnesapparaten zu finden sind, und hier etwas so Charakteristisches haben. Es lassen sich auch an ihnen noch Theilungen, aber der allerfeinsten Art, antreffen, doch sind sie meist ungetheilt. Ich halte also diese Fäserchen, wie ich demnächst auseinandersetzen muss, für nicht verschieden von den Axencylindern der feinsten Nervenfäserchen, und sehe in ihnen ein System von mit den Ganglienzellen in Verbindung stehenden Nervenbahnen.

Diesem System von Axencylindern steht, wie ich schon anführte, ein zweites entgegen, nur repräsentirt durch eine Nervenfaser, deren Axencylinder direct von dem Körper der Zelle oder auch von einem ihrer ersten breitesten Fortsätze den Ursprung nimmt. Dieser eine Axencylinder ist auf den ersten Blick an einer isolirten Zelle, auch wenn er nicht von der dunklen Markcontour umgeben wird, zu erkennen. Er ist am Anfang gleich von ganz glatter Oberfläche, glänzender Beschaffenheit, und von mehr homogenem Innern, gegenüber dem körnigen Protoplasma der Zelle. Nur an ganz frischen Präparaten erscheint er annähernd so weich und nachgiebig, wie die übrigen Zellenfortsätze, und dann ist oft die Unterscheidung nicht so auf den ersten Blick klar. Doch bei nur kur-

zer Einwirkung der besseren Conservationsmittel wird er sogleich fest und spröde, und steht dann als ein ziemlich gerader, zugespitzter Stachel von der Zelle ab. In einer Entfernung, die ungefähr dem Zellenkörper an Grösse entspricht, verdünnt er sich, biegt sich hier wahrscheinlich auch um, geht aber dann, unmittelbar wieder breiter werdend, als Axencylinder weiter. An dieser Stelle wird er von einer dunklen Contour, von der Markscheide, umgeben, existirt also nur eine ganz kurze Strecke weit als nackter Axencylinder. Dieser Fortsatz theilt sich nie, er bricht fast immer an der genannten Umbiegungsstelle ab, bleibt aber auch als abgebrochener Stumpf charakteristisch genug, um einer Zelle ohne Weiteres die Kriterien einer Ganglienzelle zu ertheilen.

Damit wäre denn ein leicht zu erkennender Charakter gegeben, der eine Zelle als mit Nervenfasern in Verbindung stehend erwiese und der es erlaubt, sich nicht darauf zu verlassen, bis der selten eintretende Zufall einmal diesen Stumpf lang fortgesetzt, oder mit dunkler Contour umgeben zeigt. Ich kann versichern, dass im Nachfolgenden diese Behauptung immer nur dann aufgestellt werden wird, wenn dieser Zufall wirklich geglückt ist, denn bei einiger Ausdauer und Geduld kann man doch darauf rechnen. Man muss aber ebensowenig erwarten, dass auch der abgebrochene Stumpf gerade an allen Zellen immer so leicht und ohne besondere Methode zu erkennen sei. Mit ziemlicher Gewissheit kann man darauf allerdings bei den motorischen Zellen rechnen; aber bei den übrigen kleinen, difficileren ist er fast ebenso vergänglich und zerstörbar wie die Protoplasmafortsätze selbst. Ich komme auf diese Verhältnisse gleich noch einmal zurück, wenn ich die Verbindung der Zellen mit den Fasern auch historisch zu besprechen und kritisch zu erörtern haben werde.

Das gegebene Schema einer Ganglienzelle kann ich einstweilen nur für einen Theil der Centralorgane vertreten, für Rückenmark, Medulla oblongata, Pons, Cerebellum. Auch hier werde ich im Verlauf auf einige Ausnahmen aufmerksam zu machen haben. Eine andere Frage ist es, ob sich in den übrigen Theilen des Hirnes, besonders dem grossen Gehirn, die Verhältnisse ähnlich wiederfinden. Ich muss die Frage für diesmal im Ganzen offen lassen, kann aber schon jetzt hinzufügen, dass ich Localitäten kenne, wo sich die Sache ebenso verhält, z. B. das Ammonshorn etc.

Der gegebenen Besprechung reihe ich eine Frage an, welche, vielfach ventilirt, immer wieder in Anregung gebracht und von den verschiedensten Autoren in der verschiedensten Weise beantwortet worden

ist, ich meine die Frage nach der sogenannten Anastomose der Ganglienzellen. Verschiedene Autoren haben diese als unzweifelhafte Thatsache hingestellt, und besonders hat Schröder van der Kolk den Anastomosen die grösste Ausdehnung zugeschrieben, und die weitgehendsten physikalischen Schlüsse daraus hergeleitet. An den verschiedensten Stellen der Centralorgane entstanden auf diese Weise Systeme verbundener Ganglienzellen, denen eine bewegliche Phantasie leicht eine combinirte Function zuschreiben konnte. Die Frage wurde besonders von solchen Forschern cultivirt, welche die Anwesenheit derartiger Verbindungen als eine physiologische Nothwendigkeit ableiteten. Nach den Angaben dieser Autoren, denen sich Mauthner, Jacubowitsch etc. anschlossen, unter den Physiologen Funke, existiren fast überall die mannigfachsten Verbindungen entweder nahe gelegener Ganglienmassen oder weit entfernter, deren lange Aeste in einander übergehen sollen. Es musste einen eignen Eindruck machen und hätte wohl geeignet sein sollen, manche Autoren kopfscheu zu machen, wenn die Vertreter dieser Ansicht die Beobachtung der Anastomosen für leicht, bequem und häufig vorkommend hinstellten, während Kölliker, dem Keiner derselben Erfahrung und Beobachtungsfähigkeit abzusprechen Lust haben wird, nie eine solche gesehen zu haben versicherte. In der That, Kölliker ist von Anfang an einer solchen Lehre bis zu diesem Augenblick entgegengetreten, und ich glaube jeder einfach, nüchtern, ohne vorgefasste Meinungen arbeitende Autor wird zu derselben Ueberzeugung kommen müssen. Nach meinen Erfahrungen bin ich zu der Ansicht mit Nothwendigkeit gedrängt, dass alle bisherigen Angaben, welche sich auf solche Verbindungen beziehen, auf Täuschungen beruhen.

Manche und besonders die Vertreter der genannten Ansichten werden entgegnen, dass hier negative Beobachtungen gegen positive nichts beweisen könnten. Diese Entgegnung ist hier wohl kaum am Orte. Man kann zunächst fragen, auf welchem Wege die positiven Angaben gewonnen worden sind oder gewonnen worden sein sollen, oder man kann sich aus den Angaben der Autoren vergewissern, welchen Grad der Sicherheit sie für nothwendig gehalten haben. Man wird es indess kaum verlangen, Autoren zu widerlegen, welche allerorts die reiche Zahl von derartigen Bildungen beschreiben und abbilden, welche dieselben an den mangelhaftesten Schnittpräparaten erkennen wollen, wie z. B. Schröder van der Kolk, oder deren Beschreibungen erkennen lassen, wie sie sich in bestimmten Fällen mit verstümmelten Theilen gangliöser Elemente begnügt haben etc. Nur wenige Autoren

ausgenommen haben alle an Schnittpräparaten derartige Thatsachen herausbringen wollen. Dass hier an nicht gefärbten Präparaten, deren Ganglienzellen in dem dichten Gewirr dunkelrandiger Nervenfasern liegen, Niemand ein wirklich beweisendes Bild wird erwarten dürfen, dergleichen sollte man eigentlich kaum glauben auseinandersetzen zu müssen, aber dass es sich selbst bei den schönsten Imbibitionspräparaten ähnlich verhält, dass werden gewiss die meisten Autoren zugeben. Jeder der in einigermaassen grossem Maassstabe Imbibitionspräparate durchsucht hat, wird wissen und sich nicht darüber täuschen, wie leicht hier Irrthümer möglich sind. Die Ausläufer der Ganglienzellen liegen wohl nie in ihrem ganzen Verlauf in derselben Ebene, die meisten biegen sich sehr bald um, sind also unmöglich weiter zu verfolgen. Können aber einmal Ganglienzellenausläufer auf längere Strecken verfolgt werden, so werden sie von benachbarten meist so mannigfach gekreuzt, dass an den Kreuzungspunkten oft ganz ausserordentlich leicht der Anschein von wirklichen Verbindungen entstehen kann. Ich besitze in der Art Präparate, die ich trotz des grössten Misstrauens längere Zeit selbst für beweisend gehalten habe, worin ich von geübten Mikroskopikern, denen ich dieselben zeigte, bestärkt wurde, bis ich mich allmälig doch eines Besseren belehrte. Ich muss also sagen, dass ich an Flächenpräparaten nie Anastomosen gesehen habe, und ich möchte bezweifeln, ob die übrigen Autoren mehr oder schönere Imbibitionspräparate zur Untersuchung vor sich gehabt haben, als diejenigen, auf die ich mein Urtheil gründe. Ich darf mich so ausdrücken, ohne Anstoss zu befürchten, weil ich bei einiger Uebung die Herstellung solcher Präparate nicht für schwierig halte, daher nur Fleiss und Geduld hier erforderlich sind. Ich muss aber hinzufügen, dass ich ein solches Bild an einem Schnittpräparate allein nie für beweisend halten würde. Man denke sich zwei Fortsätze sich kreuzend, aber in dem Kreuzungspunkte plötzlich nach einer anderen Ebene umbiegend, so wird das Bild einer Anastomose entstehen müssen, und Niemand wird läugnen wollen, dass alle Angaben, die von Schnittpräparaten entnommen sind, auf diese Weise erklärt werden können. Aber, wie gesagt, die Angaben der meisten Autoren sind noch nicht einmal solchen zweckmässigsten Schnittpräparaten entnommen, es haben vielmehr gewöhnlich durch Natron aufgehellte Chromsäurepräparate zum Beweis solcher Thatsachen herhalten müssen. Es sind also, meine ich, wenn absolute Beweise gefunden werden sollen, sicherere Methoden anzuwenden, welche alle Täuschungen ausschliessen. Das ist aber nur möglich, wenn die Zellen in ihrer ganzen Ausdehnung isolirt werden. Diese Methode ist

bisher nur noch wenig und wohl noch nie in einer Weise versucht worden, welche eine vollständige Isolirung der Zellen gestattet. Nach den hier benutzten Methoden ist eine solche, wie mir scheint, möglich, und ich möchte die Autoren, welche anderer Ansicht in diesem Punkte sind, wenigstens ersuchen, sich auch mit diesen Verfahren vertraut zu machen, und erst dann zu einem Urtheil gelangen zu wollen, aber auch dieselben Thiere, dieselben Flüssigkeiten zu benutzen. Ich habe auch auf diesem Wege, selbst bei den vollkommensten Isolirungen, nie eine Anastomose gesehen, also, wie gesagt, an Präparaten, deren Ausläufer fast ohne Ausnahme in ihre feinsten Theilungen, etwa wie in Fig. 1, verfolgt werden konnten. Man könnte behaupten, dass die Fortsätze in solchen Präparaten abgerissen wären. Darauf ist zu sagen, dass man sich von dem Abgerissensein der Fortsätze immer leicht überzeugen kann, insbesondere wo die Anastomosen nach den meisten Angaben von grösstem Kaliber und in unmittelbarster Nähe der Zellen gelegen sein sollen. Ausserdem sieht man oft genug die nächstgelegenen Ganglienzellen, wenn auch selbst vollkommen isolirt, doch durch Spuren der porösen Masse, welche die Ansicht nicht trübt, in der Lage zusammengehalten, controllirt also dann gerade solche Verhältnisse, auf denen die Angaben der meisten Forscher basirt sind. Ich weiss wohl, dass einzelne Autoren angeben, selbst an isolirten Präparaten derartige Verbindungen gesehen zu haben, dass z. B. die erste Wagner'sche Beobachtung auf einem solchen Objecte beruht. Aber ich sehe hier wenigstens in den Abbildungen im Ganzen mangelhafte Exemplare, und ist es mir nicht möglich, sie für beweisend zu halten. Was den Umstand angeht, dass die Physiologie Verbindungen der Art verlangt, so glaube ich, gibt uns solche Annahme nicht das Recht, bestimmt formulirte anatomische Thatsachen anzunehmen, besonders in einem Gebiet, wo die uns unbekannten Thatsachen jedenfalls den bei weitem grösseren Theil ausmachen. Was ich einstweilen bestimmt läugnen muss ist dies, dass die bisher bekannten Zellenausläufer sich in grossem Maassstabe untereinander verbinden. Vielleicht hat man nicht das Recht, jede darauf bezügliche bisherige Angabe zu bezweifeln; aber das folgt sicher aus meinen negativen Resultaten, dass Anastomosen höchstens als Ausnahmefälle vorkommen können und daher zu weiten physiologischen Consequenzen unmöglich benutzt werden dürfen. Wenn die physiologischen Thatsachen der Art nothwendig sind, und manchenorts sind sie es gewiss, so wird es hinreichen, an die zweite Form von Zellenausläufern zu erinnern, welche bisher unbekannt waren, die als markhaltige Nervenfasern sich verästeln etc. und dann etwaige Ver-

bindungen zuwege bringen können, wie sie die Physiologie verlangen könnte. Die ganze Sache aber ist, auch darüber wird sich Niemand täuschen dürfen, eine solche, bei der die Untersuchung keine irgendwie unüberwindlichen Schwierigkeiten, sondern höchstens eine grosse Quelle von wohl überwindlichen Täuschungen bietet, und aus diesem Grunde scheint mir hier ein negatives Ergebniss schon a priori einem positiven völlig gleichberechtigt. Ich möchte diese Ergebnisse nicht auf die Untersuchungen der einzelnen Autoren anzuwenden brauchen, besonders solcher, bei denen von vornherein die Methode den gerechtfertigten Anforderungen nicht entspricht. Auch das muss ich hervorheben, dass die vergleichende Forschung hier, wenn auch wahrscheinlich, doch nicht ohne Weiteres, bestimmte Rückschlüsse gestattet. In jüngster Zeit sind insbesondere darauf bezügliche Untersuchungen von Seiten meines Freundes G. Walter veröffentlicht worden, welcher bei wirbellosen Thieren dasselbe Princip in grösstem Maassstabe hinstellt, was also bei Wirbelthieren von einer Reihe anderer Autoren vertreten wird. Ich habe über derartige Angaben nicht ohne Weiteres ein Urtheil, aber so viel kann ich versichern, dass es mir gelungen ist, selbst ihren Urheber insofern zu bekehren, dass er mir eine erneute Untersuchung versprochen hat.

Ich habe endlich das Verhältniss der Nervenzelle zur Nervenfaser zu besprechen, also die Art und Weise, wie die Zelle in das ganze System des Cerebrospinalorganes eingreift. Bei den Forschern, welche sich bisher mit den Centralorganen befasst haben, finden wir die Antwort auf diese Frage ausserordentlich divergent ausgefallen. Während die Einen ausserordentlich leicht zu einem Resultat gekommen sind, und wo möglich in jedem Ausläufer einer Ganglienzelle eine Nervenfaser sehen, haben Andere mit Kölliker bis zu diesem Augenblick festgehalten, dass wir von solchen Ursprüngen noch so wenig Genaues und Sicheres wissen, dass nicht daran zu denken ist, mit dem Aufbau von Hypothesen zu beginnen. Zu den Autoren, die in der Leichtgläubigkeit wohl am weitesten gegangen sind, gehört vor Allen Schröder van der Kolk, der allerorts an Schnittpräparaten mit Leichtigkeit sich von dem Vorhandensein derartiger Endigungen überzeugt hat und dergleichen auch abbildet. Auf genaue historische Angaben einzugehen liegt nicht im Plan dieser Arbeit. Stilling hat überdies so ziemlich alle darauf bezüglichen Daten citirt, und die neueren sind meist leicht zugänglich, haben auch die Sachlage kaum verändert. Ich glaube also auch, dass hier ein detaillirtes Eingehen kaum ein wesentliches Interesse haben dürfte. Im Allgemeinen wird von den Autoren, welche

bestimmte Angaben veröffentlichen zu dürfen geglaubt haben, je der Fortsatz einer Nervenzelle ohne Weiteres für einen Axencylinder gehalten (Stilling, Jacubowitsch). Die neueren Dorpater Arbeiten sind in dieser Hinsicht viel vorsichtiger gehalten, und findet man hier Angaben, welche mit denen Kölliker's ziemlich übereinstimmen. Daraus würde sich also der Mangel irgendwie genügender Anhaltspunkte ergeben. Ich führte schon vorhin an, dass die einzigen Beobachtungen, welche hier eine bessere Erkenntniss vermitteln können, fast vollständig ignorirt worden sind, und habe schon auf Angaben von Remak und M. Schultze aufmerksam gemacht, von denen besonders die ersten, als dem hier in Rede stehenden Object entnommen, die grösste Bedeutung beanspruchen dürfen. Ich schliesse mich also zunächst diesen insofern vollständig an, als ich einen durchgreifenden Unterschied zwischen dem Axencylinderfortsatz und den übrigen Protoplasmafortsätzen annehme, und als ich diesen von Remak nur für eine Art, nämlich die motorischen Zellen, hingestellten Satz in grosser Ausdehnung für alle bisher genauer bekannten Nervenzellen als gültig hinstellen muss. Um diesen Satz zu beweisen, wird zunächst dargethan werden müssen, dass eben ausser diesem einen die übrigen Zellenfortsätze nicht die Bedeutung von Axencylindern haben können. Das ist insofern vielleicht nicht so leicht und einfach, als die Axencylinder, besonders die in den Centralorganen gelegenen, nicht vollständig übereinstimmende chemisch-physikalische Eigenschaften besitzen, und als es jedenfalls einen logischen Fehler in sich schliessen würde, von einer bestimmten Nervenpartie hergenommene Charaktere hier ohne Weiteres übertragen zu wollen. Die Thatsachen, welche hier zunächst wichtig sind, sind diejenigen, dass ausser der einen genannten Faser alle übrigen ohne Ausnahme Theilungen bis zum unmessbar Feinen erkennen lassen, also jedenfalls nicht unveränderte Axencylinder, ähnlich wie die anderen breiten Fasern, sein können. Dahin gehört ferner die Thatsache, dass alle diese übrigen Fortsätze nackt sind, d. h. direct in der grauen porösen Grundmasse liegen, die an isolirten Präparaten an ihnen hängen bleibt. Dahin gehört denn endlich natürlich auch der deutlich erkennbare chemische und physikalische Unterschied zwischen den Protoplasmafortsätzen und der genannten einfachen unverästelten Faser.

Der Beweis, dass es sich bei letzterem um einen wirklichen Axencylinder handle, also die Thatsache, dass derselbe von einer Markscheide umgeben wird, ist nicht so leicht zu führen, wenn er auch absolut nothwendig ist. Wie demnächst auseinanderzusetzen, isoliren sich bei den genannten Methoden die Nervenfasern fast immer so, dass

die Axencylinder aus ihren Scheiden gerissen werden, und hier insbesondere ist dies das Gewöhnliche. Doch ist es möglich den Zusammenhang zu sehen, wenn auch der seltene Fall zu seiner Beobachtung sehr viel Geduld erfordert, die aber immer in den nachfolgend bezeichneten Fällen zu einem Resultate führt. Als am bequemsten um sich von dergleichen zu überzeugen, empfehle ich die grossen Zellen der Rinde des kleinen Gehirns, wo der nervöse Fortsatz kein anderer ist, als der einfache centripetale, schief stehende, der allen Autoren bekannt ist, und den Gerlach seiner Theorie zu Liebe sich theilen lässt. Dieser Fortsatz geht unverändert in eine dunkelrandige Nervenfaser über, wovon sich jeder bei einiger Geduld überzeugen kann. Ich empfehle hier die dünnen Lösungen von Kali bichromicum, bei denen sich ein solcher Zusammenhang mit am leichtesten erhält (gr. $^1/_4 - ^1/_2 - 1 - 2$ auf die Unze). Auch Gerlach hat mit dünnen Lösungen dieser Flüssigkeit gearbeitet, so dass ich mich wundere, dass er das fragliche Factum nicht gefunden hat. Bei Besprechung des kleinen Gehirns werde ich die Verwechselungsmöglichkeiten, von denen sich Gerlach vielleicht hat irre führen lassen, auseinandersetzen. Nur an wenigen Stellen ist, wie ich schon angab, ein solcher Uebergang an Schnittpräparaten zu erkennen. An ungefärbten halte ich es für unmöglich hier die Fehlerquellen zu umgehen, und kann ich keine auf solche bezügliche Präparate für beweisend halten. An gefärbten Präparaten, die mit Canadabalsam behandelt sind, wird natürlich die Markscheide mehr oder weniger unsichtbar, und es wird dadurch nur selten möglich sein, die Unterschiede klar zu erhalten. Es kommt aber dazu, dass gerade eine solche Behandlung dem grossen breiten Axencylinder ein sehr charakteristisches Aussehen gibt, demzufolge derselbe besonders stark glänzend, und wenn er auf längere Strecken zu verfolgen ist, meist ungleichmässig gefärbt erscheint. Auf solche Weise treten dann die Unterschiede von den Protoplasmafortsätzen deutlich hervor. Kann man die Faser, die mit den anderen Axencylindern dann völlig identisch erscheint, bis an die Zelle verfolgen, von dieser abgehen sehen, dann fällt die Ungleichmässigkeit der Färbung gleich auf. Der Axencylinder erscheint hier meist anfangs weiss, ungefärbt, und nimmt erst in weiteren Strecken Carminimbibition an. Darin liegt hier natürlich kein absoluter Charakter, sondern die Erscheinung hat nur darin ihren Grund, dass ein Theil, der den Carmin stärker attrahirt, die Nachbartheile beeinträchtigt. An den kleinen Zellen erscheint es mir fast unmöglich, hier an Schnittpräparaten ins Klare zu kommen, schon aus dem Grunde, weil sich die feinen Axencylinder sehr mangelhaft erhalten,

und ich kann den bisher in dieser Beziehung gemachten Angaben unmöglich einen erheblichen Werth beilegen, besonders wo dergleichen als sehr einfach und leicht hingestellt wird. Aber selbst bei grösseren Zellen der Art sind besonders günstige Lagerungsverhältnisse erforderlich, um diese Beziehungen an Schnittpräparaten zu übersehen. So sind die Vorderhörner des Rückenmarkes ganz besonders beim Menschen ein ungünstiges Object, und es ist mir im höchsten Grade auffallend, wie hier dergleichen als besonders leicht hat geschildert werden können. Die von den Zellen abgegangene Axenfaser biegt sich fast immer unmittelbar nach dem Abgange um und ist dann unmöglich weiter zu verfolgen. Man muss also Stellen aufsuchen, wo solche länger in einer Ebene liegen. Eine Stelle, wo ein solches Verhältniss relativ leicht zu übersehen ist, sind die kolossalen Ganglienzellen, die zerstreut in der Medulla oblongata liegen, und zwar die Gegend am Facialis-Ursprung oder zwischen diesem und dem Trigeminus, und zwar weniger beim Menschen als bei Thieren. Ich empfehle besonders Kalb und Katze. Was nun endlich die Art des Faserüberganges selbst angeht, so stimmt diese nach meinen Untersuchungen mit bisher bekannten Ergebnissen nicht ganz überein. Man sieht an gelungenen Präparaten gerade an der Stelle, wo die Axenfaser abbricht, wo sie also von der Zelle ausgehend sich verdünnt, die dunkle Markscheide plötzlich dünn beginnen, bis sie sehr schnell die richtige Breite erlangt hat. Von einer Scheide, die hier aufhörte, oder gar in eine hypothetische Zellenmembran sich fortsetzte, sieht man nichts. Die Strecke, welche also nach dieser Angabe nackt verläuft, ist verschieden lang und an abgebrochenen Exemplaren fast immer in eine mehr oder weniger feine Spitze ausgezogen. Sie ist, ich wiederhole es, bei geeigneter Behandlung auch an isolirten Zellen zu erkennen und bietet ein absolut sicheres und relativ leichtes Kriterium für die Auffassung einer Zelle als Nervenzelle. Sie ist in dieser Form den bisherigen Beobachtern fast ganz entgangen; denn ich finde von ihr, selbst an den sonst vollständigsten Abbildungen, auch nicht eine Spur angedeutet. Mit der Erkenntniss eines solchen Fortsatzes, der speciell nervös ist, kann natürlich die Lehre von den Beziehungen einer Nervenfaser zu einer Nervenzelle nicht abgeschlossen sein.

Ein weiteres Verständniss zu erlangen ist ausserordentlich schwer. Ich habe schon zum Theil auf die Punkte aufmerksam gemacht, von denen meiner Meinung nach ein solches ausgehen muss. Um sich über ein so schwieriges Verhältniss klar zu werden, ist zunächst darauf aufmerksam zu machen, dass die feinen Axencylinder, wenn auch nicht qualitative so doch quantitative Verschiedenheiten von den grösseren nicht

erkennen lassen, dass man also von ihnen nicht dieselbe absolute Resistenz und Festigkeit, daher auch nicht den Glanz und die Starrheit erwarten darf wie bei den übrigen, dass ebensowenig der Grad der charakteristischen chemischen Einwirkungen derselbe zu sein braucht. Daraufhin halte ich, wie ich schon angab, eine Summe sehr feiner Fäserchen, welche in der abgebildeten Weise den Protoplasmafortsätzen unter dreieckiger Anschwellung aufsitzen, für Axencylinder schmalster Nervenfasern, und finde darin ein zweites System von fasrigen Nervenelementen, deren Centralpunkt die Nervenzelle ist. Indem ich diese bis jetzt neue Ansicht hinstelle, weiss ich sehr wohl, wie leicht Beobachtungen, auf welchen sie beruhen muss, Täuschungen unterworfen sein können, weiss sehr wohl, was es mit der differentiellen Diagnostik so difficiler Theile auf sich hat, und bin daher selbst misstrauisch genug dagegen gewesen, bis ich mir zuletzt keine Gegengründe mehr aufführen konnte. Ich gebe meine Beobachtung an und wünsche sie möglichst bald von Seiten anderer Fachgenossen einer vorurtheilsfreien Kritik unterworfen zu sehen, wie sie der Wichtigkeit der Frage entspricht. Meine Angabe stützt sich darauf, dass ich an den Protoplasmafortsätzen feine Fäserchen aufsitzen sehe mit bestimmter Gestalt, die ich von den übrigen Fortsätzen unterscheiden muss, die nicht das Product einer einfachen Theilung derselben darstellen. Eine zweite Thatsache ist, dass ich an entsprechenden Stellen auch dunkelrandige feinste Fäserchen anhängen finde, wie in Fig. 7 b, und dass ich beide Beziehungen für entsprechend, für zusammengehörig halten muss. Die zuerst erwähnten feinen Fäserchen, nicht von dunkelrandiger Contour umgeben, sind an sich eine unzweifelhafte Thatsache, von der sich Jeder bei einiger Ausdauer wird überzeugen können. Man findet dergleichen nicht bloss an den feinen Theilungsproducten der Protoplasmafortsätze, sondern auch an den grösseren, wo dann der Unterschied von diesen evidenter ist. Ob sie an dem Zellenkörper selbst anhängen können, ist mir zweifelhaft; sichere Anhaltspunkte habe ich darüber nicht; an einzelnen Stellen scheint mir eine solche Möglichkeit unabweisbar. Die Fäserchen sitzen, wie bemerkt, meist mit kleiner dreieckiger Basis den Zellenfortsätzen an, ähnlich wie der grosse Axenfaserfortsatz, der schon beschrieben ist. Die Fäserchen sind entweder glatt oder, wie es meist der Fall ist, etwas unregelmässig rauh, wie varikös, gerade so wie man auch die deutlichen Axencylinder der feinsten Fäserchen gewöhnlich sieht; meist theilen sie sich nicht, doch sind mir auch Theilungen derselben bekannt geworden. Ich möchte nicht, dass man bei dieser Beschreibung an die phantastischen Elementarröhrchen Stilling's

denke, durch welche die ganze Masse der Zellen, welche aus ihnen bestehen soll, mit der Nachbarschaft verbunden wird; dass es sich dabei um Gerinnungsproducte oder um abgerissene Fetzen der porösen Grundsubstanz handle, wird keinem Kundigen entgehen können. Derartige sind also die beschriebenen Fäserchen nicht.

Wenn ich dieselben für physikalisch und chemisch von den einfachen Theilungen unterschieden halte, so weiss ich sehr wohl, wie wenig bei so difficilem Gegenstande von einem wirklichen chemischen Charakter gesprochen werden darf, wie wenig hier ein Abreissen von einer Lösung unterschieden werden kann, ein zufälliges Zusammenschrumpfen von einer chemischen Zerstörung oder einer beginnenden Zersetzung. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die feinsten Fäserchen, soweit sie einfache Theilungsproducte darstellen, sich unter Umständen relativ leicht erhalten lassen und keine so sehr genaue Auswahl der Flüssigkeit verlangen. Die Wirkung der letzteren würde daher eine solche sein, dass sie die Fäserchen selbst nur contrahirt, also von ihrer Umgebung sondert, sie selbst aber sehr wenig chemisch verändert. Die genannten Fasern sind auch viel länger zu erhalten, widerstehen also der beginnenden Zersetzung viel entschiedener. Die der anderen Art aber, die seitlich aufsitzenden, verlangen immer eine ganz genaue Auswahl der Flüssigkeiten und sind nur in seltenen Fällen mehr wie 2 bis 3 Tage in solchen zu erhalten. Man kommt dann auf einen Termin, wo die Producte einer blossen Theilung der Protoplasmafortsätze noch vollständig bis zu feinsten Fasern hin zu erkennen sind, wo aber von den seitlich abgehenden Fäserchen keine Spur mehr zu erkennen ist. So ist es z. B., wenn anfangs verdünnte Alkalien angewandt sind, oder wenn nach vorheriger Chromsäure-Einwirkung die Einwirkung der verdünnten Alkalien nicht vorsichtig genug geleitet wird. Sie widerstehen der beginnenden Zersetzung fast gar nicht, und man darf schon bei menschlichen Präparaten nicht nach ihnen suchen wollen. Ich sage also, die Anwendung etwas stärkerer Concentrationsgrade weist hier nicht sowohl auf chemische als auf physikalische Verschiedenheiten; die umgebende anklebende Grundsubstanz wird nicht locker genug, und beim Herausschälen der Ganglienzellen hält jene die dünnsten, schwächsten Fortsätze zurück, während die stärkeren, der Axencylinder und die Protoplasmafortsätze, unversehrt herausgezogen werden können. Wird das Rückenmark vom Kalb von vornherein mit Kali bichrom. gr. $^1/_2$ — 2 behandelt, so kann man die Zelle wohl so isoliren, dass die genannten Fortsätze 2 bis 4 Tage sichtbar bleiben, länger nicht; über diese Zeit erhält man nur die einfach getheilten Proto-

plasmafortsätze; dagegen sind hier wieder die dünnsten Chromsäurelösungen nicht so passend, ebensowenig wie hier Natron carbon. gut vertragen wird, wegen der geringen Resistenz aller Zellenfortsätze im Gegensatz zu den umgebenden Theilen. Die genannte Kali bichrom.-Mischung ist nun bei dem erwachsenden Rinde wieder nicht im Stande, die Theile, die hier viel fester und resistenter sind, zu lockern, man darf hier auf die Fortsätze nicht rechnen. Hier sind die dünnsten Chromsäurelösungen gr. $^1/_{30}$ — $^1/_{20}$ — $^1/_{10}$ am Platze, bei denen man wohl nach 2mal 24 Stunden zuweilen Präparate zweckmässiger Art erhält. Ist das nicht der Fall, so nützt es meist nicht, das Präparat länger in dieser Lösung liegen zu lassen, da die Zersetzung schon beginnt; man lege dann lieber die Theile in die genannte Natron carbon.-Mischung, lasse sie darin 1 Stunde, und bringe sie dann später in eine Lösung von Kali bichrom. gr. $^1/_2$ die man später mit gr. 1 und am dritten Tage mit gr. 2 vertauscht, dann kann man wohl noch am vierten bis fünften Tage passende Bilder erhalten. In stärkeren Lösungen sind die in Rede stehenden Fäserchen weder zu sehen, noch zu erhalten; sie imbibiren sich sehr schlecht, also an Schnittpräparaten können sie nicht aufgesucht werden. Dieselben sind endlich meist nur an grösseren Ganglienzellen zu suchen und unter bestimmten günstigen Lagerungsverhältnissen zu erwarten. Schon vorhin bemerkte ich ja, dass überhaupt die Möglichkeit der vollständigen Isolirung von Ganglienzellen auch an günstige Lagerungsverhältnisse gebunden ist, von denen man sich im Einzelnen schwer genaue Rechenschaft geben kann. So sind hier günstige Stellen die Hypoglossuskerne des Kalbes und Rindes, und zwar in ihrem Anfang, weniger später, wo die Zellen kleiner werden; nicht besonders günstig oder fast absolut ungünstig für derartige grosse Zellen sind die meisten Partien des Rückenmarks mit Ausnahme der Lendenanschwellung, die besonders günstig ist, ferner die Zellen der Medulla oblongata und der meisten übrigen sogenannten Nervenkerne dieser Provinzen. Von sonstigen kleinen Zellen sind sehr günstig die sensibeln Zellen der Hinterhörner in der Lendenanschwellung, viel weniger in den entsprechenden Theilen der Medulla oblongata, ferner auch wohl die Zellen des Pons und der Oliven, endlich auch die Zellen des cornu Ammonis. Ich komme demnach zu dem Schluss, dass diese Fäserchen etwas Eigenthümliches sind und von den übrigen einfachen Theilungen unterschieden.

Die weitere Frage ist, ob sie wirklich Nervenfäserchen sind oder zu solchen werden. Der Beweis für eine solche Annahme liegt darin, dass man dieselben in dunkelrandige Fasern verfolgt, und von der Markscheide direct umgeben sieht. Beobachtungen der Art sind precär,

ich glaube sie aber dennoch als sicher hinstellen zu können. Sie sind aus dem Grunde schwierig, weil die feinsten Nervenfäserchen in den betreffenden Partien constant leicht umgebogen werden, weil diese sehr gern an den Protoplasmafortsätzen der Ganglienzellen hängen bleiben und dann täuschend das Bild einer von dem Fortsatz abgehenden wirklich dunkelrandigen Faser geben können. Ich glaube, dass in den Fällen, wo ich mich zu solchen Annahmen entschloss, eine derartige Verwechselung nicht vorgelegen hat. Es würde sich endlich fragen, ob solche dunkelrandige Fasern mit den oben beschriebenen nackten identisch seien. Fragen der Art sind nicht leicht zu beantworten. Die Entscheidung würde in solchen Beobachtungen liegen, wo entweder Spuren einer Markscheide an den betreffenden Fasern hängen geblieben sind, oder wo dieselben erst nach längerem Verlauf von einer Markscheide umgeben werden. Fälle der ersten Art habe ich wiederholt beobachtet, einer der letzteren Art ist von mir in Fig. 5b abgebildet worden. Im ersten Falle entsteht dann eine Art Varikosität, die ich aber nicht mit ähnlichen Befunden an den Nervenfasern der Sinnesorgane parallel stelle. Ueberhaupt stehen hier die weitesten Wege zu ferneren Beobachtungen offen, und man wird sich zu hüten haben, aus einer Beobachtung sogleich verallgemeinernde Schlüsse zu ziehen. Schon jetzt kann ich über Ausnahmen berichten, die Elemente betreffen, die bisher noch nicht bekannt waren. Unter den kleinen zelligen Körperchen des kleinen Gehirns finden sich nämlich welche, die, wie ich gleich auseinandersetzen werde, ohne weitere Protoplasmafortsätze sogleich, wie mir scheint auf beiden Seiten, sich in Axencylinder feinsten Kalibers fortsetzen. Auch die zu beschreibenden Zellen am Ursprung des Trochlearis bieten vielleicht eine Ausnahme dar.

An das besprochene allgemeine Bild einer Ganglienzelle reihe ich die Frage nach wesentlichen Unterschieden der Ganglienzellen, die bekanntlich vielfach ventilirt und von verschiedenen Autoren zu einem complicirten Dogma ausgebildet worden ist. Bis auf die Angaben der Bidder'schen Schule waren bezüglich der einzelnen Ganglienzellen kaum principielle Unterschiede bekannt geworden. Man wusste von gewissen Verschiedenheiten der Form, der Grösse, der Ausläuferzahl, des Pigmentreichthums etc., doch wurde der Versuch nicht gemacht, daraus principiell wichtige Thatsachen herzuleiten. Es hat denn zunächst die Dorpater Schule unter Bidder, speciell Jacubowitsch und Owsjannikof, schon bisher bekannte Unterschiede unter ein bestimmteres Schema zu bringen versucht. Man fand in der Gegend des Rückenmarkes, aus welcher die motorischen Nerven ihren Ursprung nehmen, bekanntlich grosse Nervenzellenformen, während in den Theilen, an denen die sensibeln

Nerven eintreten, kleinere Zellen gefunden wurden, welche schwerer zu erhalten und zu sehen waren und daher von manchen Autoren gänzlich geläugnet wurden. Man entnahm daraus einen essentiellen Unterschied zwischen motorischen und sensibeln Zellen, und glaubte das hier Gefundene auch auf die Medulla oblongata übertragen zu dürfen. Dieses noch einfache Schema hat denn Jacubowitsch in einer späteren Arbeit insofern modificirt, als er diesen beiden Gruppen eine dritte hinzufügte, die er ohne Weiteres als sympathische einführt. Kölliker bezeichnet derartige Angaben als keiner Widerlegung bedürftig. Und in der That sind die speciellen Angaben Jacubowitsch's über die demnach hervorgehenden drei Zellenarten zum Theil so, dass sie ihre Widerlegung in sich tragen. So heisst es von den grossen motorischen Zellen, dass sie untereinander communiciren, dass sie überall im Rückenmarke, im kleinen Gehirn, in den corp. quadrigemina vorkommen, dagegen in der Medulla oblongata durchaus fehlen. Die sogenannten Empfindungszellen sind nach Jacubowitsch durchaus spindelförmig, besitzen nur wenige und feine Ausläufer, nie mehr als vier. Die Ausläufer derselben theilen sich nicht gewöhnlich, mehr als eine doppelte Theilung, und auch diese sehr selten, hat Verfasser nicht gesehen. Die Ausläufer liegen parallel nebeneinander. Auch diese Zellen bilden Commissuren. Sie kommen im Rückenmark, in den Hinterhörnern, im kleinen Gehirn, in der Medulla oblongata, im Pons und den Corpora quadrigemina vor. Die dritte Form oder die sympathischen Zellen haben zwei feine Ausläufer. Es gibt zwei Formen derselben, von denen die eine kleiner, zarter und sehr fein granulirt ist. Diese kommt im Rückenmark, in der Medulla oblongata, im kleinen Gehirn, in den Corpora quadrigemina, im Ursprung des Oculomotorius und Trochlearis vor, die andere in den Spinalganglien, im Gangl. Gasseri, in der hufeisenförmigen Commissur und den Corp. quadrigemina. Jacubowitsch hat ausserdem noch die Angabe, dass bedeutende Grössenunterschiede der Zellen auf eine fortdauernde Weiterentwicklung schliessen liessen.

In Betreff dieser Angaben von Jacubowitsch muss ich bemerken, dass seine Beschreibung der einzelnen sogenannten Arten nur unvollständige Bilder gibt, bezüglich deren ich auf meine gleich folgende Beschreibung und die früher schon gegebene verweisen muss. Was aber die Fundorte seiner Formen angeht, so ist zu bemerken, dass bei einiger Kenntniss der Medulla spinalis und oblongata und anderer Theile ein derartiges System nicht möglich gewesen wäre. Jedes genaue Studium der inneren Architektonik der Centralorgane birgt also von selbst die Widerlegung des Systems in sich, so dass schwerlich Jemand die Logik desselben begreiflich finden wird.

Schröder van der Kolk ist in einigen Punkten etwas weiter gegangen. Er beschreibt ausser den motorischen und sensibeln Zellen im Rückenmark noch eine Form, die er bei der Vermittelung der Reflexfunctionen betheiligt glaubt. Ausserdem sind ihm, da er verhältnissmässig die meisten Theile untersucht hat, noch weitere Formunterschiede aufgefallen, durch die er fast sämmtliche sogenannten Gehirnnerven charakterisirt glaubt. Die Ganglienzellen für verschiedene Nerven unterscheiden sich nach ihm in Form und Grösse von einander. Es scheint indess nicht, als ob sich Schröder unter solchen Unterschieden wirklich wesentliche Differenzen gedacht hat; eine genauere Beschreibung derartiger Unterschiede fehlt.

Das Ergebniss von Stilling ist wesentlich das, dass nach den bisherigen Untersuchungen alle Nervenzellen wesentlich einander gleich sind, wenn auch zuzugeben ist, dass in sensitiven und motorischen Fasern und Zellen später bedeutende Verschiedenheiten im Bau erkannt werden dürften. M. Schultze, auf dessen Ansicht hier das meiste Gewicht zu legen wäre, hat über die Verschiedenheiten der Ganglienzellen der Centralorgane sein Urtheil nicht abgegeben. Im Uebrigen ist aus seiner Arbeit über die Retina bekannt, dass er Unterschiede der Ganglienzellen annimmt, je nachdem die Zellen nackt oder von einem vollständigen Neurilem eingeschlossen sind, oder von einer Markscheide, oder endlich auch von beiden zugleich. Mauthner hat eine grundlose Polemik gegen diese Annahmen in seiner Schrift niedergelegt.

Auch Kölliker hat sich wesentlich auf Formbeschreibungen der Zellen in den verschiedensten Abschnitten der Centralapparate beschränkt, ohne daraus allgemein gelten sollende Schlüsse herzuleiten. So stand die Sache, als ganz in jüngster Zeit L. Mauthner in Wien ein neues Princip für die Unterscheidung gangliöser Elemente in den verschiedenen Reactionen gegen Carminimbibition hat finden wollen. Da auf diese noch von keiner Seite eingehend Rücksicht genommen worden ist, sie daher auch, abgesehen davon, dass genaue Untersucher, wie Stieda z. B., das Princip nicht bestätigt fanden, noch nicht einer gründlichen Widerlegung für werth geachtet worden sind, so werden sie etwas genauer zu beleuchten sein. Mauthner geht, wie ich im Eingange auseinandergesetzt habe, von der Annahme eines specifischen Verhaltens der carminsauren Ammoniaklösung zu bestimmten Ganglienzellenformen aus. Ich habe auseinander zu setzen gesucht, wie dieses sogenannte specifische Verhalten zunächst eine Function einer ganzen Reihe zusammenkommender Umstände ist, unter denen ganz besonders die vorherige Chromsäureeinwirkung, die Concentration der Carmin-

lösung, die Lage und Nachbarschaft der Theile etc. etc. hervorgehoben wurden. Gibt es daneben eine specifische Carminfiltration, so ist eine solche natürlich zunächst durch sehr sorgfältige Methodik zu einem reinen Versuch zu machen, es müssen ganz frische oder in bestimmtester Weise mit Chromsäure etc. behandelte isolirte Theile der Prüfung unterworfen werden. Alle diese nächsten Bedingungen hat Mauthner nicht im Mindesten erfüllt, und schon daraus wird man zu einem ungünstigen Urtheil über seine Angaben gezwungen, das durch seine Abbildungen nur noch vermehrt werden kann.

Mauthner wird durch seine Methode zur Annahme von vier verschiedenen Arten von Nervenzellen geführt, denen aber nur drei specifische Unterschiede entsprechen sollen. Die erste Art ist diejenige, deren Attribute alle gefärbt werden können, und zwar der Reihe nach erst der Kernkörper, dann der dichte Kern und endlich das Zellprotoplasma. Diese Ganglienzellen finden sich in den Vorderhörnern des Rückenmarkes und deren Fortsetzungen, in der Medulla oblongata und dem Hirnstamm. Sie stehen also zur Bewegungssphäre in inniger Beziehung. Wie ich schon anführte, kann man an diesen Zellen auch bei weniger geeigneter Behandlung einen ungefärbten Kern beobachten, zuweilen ganz inmitten von Zellen mit vollständig gefärbten Theilen. Bei einer zweiten Form von Zellen wird zunächst der Nucleolus, dann der Inhalt und endlich der Kern gefärbt. Der Kern ist eine Blase mit eingeschlossenem körnigen Inhalt, der sich zum Theil nicht färbt, zum Theil (Körner) gefärbt wird. Diese finden sich auch in den Vorderhörnern des Rückenmarkes, aber weniger zahlreich und bilden ferner die Nervenzellenzone des kleinen Gehirns. Eine vorsichtig ausgeführte Färbung, besonders an frischen isolirten Zellen führt zu anderen Resultaten. Diesen beiden mehr zusammengehörigen Gruppen von Zellen wird eine andere, dritte, entgegengestellt, welche einem bestimmten Theile der oberen Rückenmarkspartie angehört (beim Hecht nämlich), deren Kern sich nicht färben soll und die kurzweg als sensitive bezeichnet wird. Diese Zellen sind mir wohl bekannt und ich halte es für möglich, dass sie von der Mehrzahl der übrigen motorischen Zellen der Vorderhörner funktionell verschieden sein können. So viel ist aber sicher, dass sie sich bei vorsichtiger Behandlung vollständig imbibiren lassen, und ferner, dass sie nicht als die hauptsächlichen oder gar alleinigen sensibeln Elemente auch des Fischrückenmarkes zu betrachten sind. Mauthner hat, wie er an einer anderen Stelle ausspricht, die sonderbare Ansicht, dass den Fischen eigentliche Hinterhörner fehlen. Das ist nicht richtig. Die Hinterstränge sind bei den

meisten (bei allen?) sehr wenig ausgebildet, aber die Hinterhörner fehlen nicht, nicht einmal bei Petromyzon. Ueber die sensibeln Elemente des Fischrückenmarkes stehen mir noch keine hinreichenden Erfahrungen zu Gebote; aber wenn hier ein Resultat gewonnen werden soll, so muss es doch ganz sicheren Theilen entnommen werden, es müssen die zweifellosen Zellen aus den Hinterhörnern der Säugethiere zu Grunde gelegt werden. Diesen letzteren entsprechen nun die obengenannten Zellen auf keinen Fall. Also weder diese Zellen noch die unzweifelhaft sensibeln Zellen der höheren Wirbelthiere erfüllen die Mauthner'schen Voraussetzungen, wie ich mich sowohl an Schnittpräparaten als auch an isolirten Theilen überzeugt habe. Es kann sich also auch hier im besten Falle nur um einen mehr zufälligen Charakter, der einer gewissen noch nicht verständlichen Gegend bei bestimmten Thieren zukommt, handeln, ein Charakter, der aber mit der sensibeln Function nicht in Beziehung steht. Somit verliert also auch diese Kategorie ihre Berechtigung, und mit der dritten verhält es sich nicht besser. Diesen motorischen und sensibeln Zellenprovinzen reiht nämlich Mauthner eine dritte Gruppe unter dem Namen der psychischen Zellen an. Zu dieser dritten Gruppe, die sich im Rückenmark gar nicht vorfindet, gehören sämmtliche Zellen, welche die Grosshirnhemisphären zusammensetzen. Der Inhalt dieser Nervenzellen ist gegen die Aufnahme des Farbstoffes vollkommen unempfänglich, während der Kern, welcher der Aufnahme des Farbstoffes lange Zeit widersteht, sich endlich roth färbt. Einen Kernkörper hat Mauthner an diesen Zellen nie wahrgenommen. In Betreff des sogenannten Grosshirns der Fische kann ich Mauthner zugeben, dass dessen Elemente allerdings der Imbibition schwer zugänglich sind. Aber absolut unzugänglich sind sie derselben nicht. Nun untersuche man aber das Grosshirn der Säugethiere und des Menschen, und man findet Elemente, welche in Bezug auf Imbibitionsfähigkeit kaum von den früher betrachteten abweichen. Gesetzt aber es verhielte sich Alles wie Mauthner angibt, was erfahren wir denn im besten Falle Neues? Doch schwerlich mehr, als dass es im grossen Gehirn Zellen gibt, welche von der geringen Zahl der von Mauthner untersuchten und beschriebenen Zellen chemisch und physikalisch, auch wohl morphologisch unterschieden sind. Wer hat daran je gezweifelt? Aber ob wir durch Mauthner einen Charakter kennen gelernt haben, der sie absolut specifisch unterscheidet, das könnte erst einigermaassen bewiesen werden, wenn, alles Andere gleichgesetzt, möglichst alle Theile, die dem grossen Gehirn nicht angehören, zur Vergleichung herangezogen werden. Wie nun wenn es

selbst im grossen Gehirn Zellen sehr verschiedener Art gibt? Man sieht, dass man auf solchem Wege nicht weiter kommt; dass also im besten Falle die Mauthner'sche Methode, von allen Fehlerquellen und Fehlern abgesehen, zu Thatsachen führt, die bekannt genug sind, und für welche die sogenannte neue Methode nichts specifisch Neues hinzugefügt hat. Ich wiederhole es, erst eine Vergleichung sämmtlicher vorkommenden Zellenprovinzen kann über etwaige specifische Unterschiede ein Urtheil begründen, und zwar würden hier geringe chemische, physikalische Differenzen etc. kaum einen erheblichen Werth beanspruchen können, wenn nicht zugleich bekannt ist, in welcher Weise die betreffenden Zellen ein Glied in dem ganzen System der Nerven- und Zellenbahnen abgeben. Danach muss der Physiologe fragen, nicht aber nach Unterschieden, die voraussichtlich jedes blind angewandte Reagens an den verschiedensten, wenn auch functionell übereinstimmenden Provinzen nachweisen muss.

Wenn man nach Verschiedenheiten der Ganglienzellenformen in den Centralorganen forschen will, so muss man alle erkennbaren Charaktere berücksichtigen. Das Resultat, welches ich in dieser Beziehung bisher erhalten habe und im Nachfolgenden näher definiren möchte, ist das, dass man kleinere und grössere Formunterschiede, Unterschiede in der Resistenz, Festigkeit, Conservir- und Isolirbarkeit, Zahl und Richtung der Fortsätze sich nicht mannigfach genug vorstellen kann, dass aber dergleichen keineswegs immer oder auch nur häufig mit functionellen Unterschieden zusammentrifft, sondern dass es weit öfter locale, zufällige Eigenthümlichkeiten sind, welche solche Verschiedenheiten bedingen. Selbst bei Charakteren, welche scheinbar die weiteste Verwerthung gestatten, trifft man plötzlich auf Ausnahmen, welche wieder die Geltung in Frage stellen. Was ich aber als wahrscheinlich wohl hinstellen möchte, ist, dass sich Unterschiede in der Art der Verbindung mit verschiedenen nervösen Systemen herausstellen werden, dass also in dieser Weise das Eingreifen in die innere Maschinerie der Centralorgane nicht gleich sein kann. Dergleichen Untersuchungen gehen aber wohl jedenfalls einstweilen über die Grenzen bekannter anatomischer Methoden hinaus. Niemand wird sich über diese Verhältnisse wundern können, der sich die ausserordentlichen Verschiedenheiten in den gröberen Lagerungsverhältnissen vergegenwärtigt, wie sie z. B. schon im Rückenmark vorkommen, wo an manchen Stellen die graue Masse sehr bedeutend entwickelt ist, den Zellen die grösste Ausdehnung gestattet, wo die Zellen in mehreren einzelnen Haufen Platz finden, während an anderen Stellen die sämmtlichen Zellen auf einem engsten Raume zusammen-

gedrängt sind. Oder noch mehr in der Medulla oblongata, wo die verworrensten Lagerungsverhältnisse der Nervenbahnen jeden Augenblick wechseln, wo die graue Masse, der Boden der zelligen Theile, durch Faserzüge oft weit auseinandergerissen wird, einige Zellenmassen auf einen engen Raum zusammengedrängt werden, während anderen die weiteste Ausdehnung möglich ist, wo an manchen Orten die Zellenausläufer in regelmässigster gerader Richtung, ihrer Vereinzelung wegen, ausstrahlen können, während sich in anderen Fällen die Ausläufer krümmen und biegen müssen, um ihre gesetzmässige Direction einzuhalten, wo also z. B. im ersten Falle die regelmässigsten, im anderen die unregelmässigsten Zellenformen entstehen müssen. Niemand wird so leicht bei den Zellen der verschiedensten Gegenden, selbst bei gleicher Function ganz gleiche Charaktere erwarten wollen, ebenso wie man auch sonst von abstracten Zellenschemen immer mehr zurückkommt. Wer wird bei allen Bindegewebselementen des Körpers oder bei allen Knorpelelementen gleiche Grösse, Form, Imbibitionsfähigkeit und Isolirbarkeit erwarten wollen; und warum soll man es hier. Es kommt mir nicht in den Sinn, in den genannten Verhältnissen alle Unterschiede begründen zu wollen und überhaupt gar kein Verhältniss zwischen anatomischen Zellencharakteren und Zellenfunctionen anzunehmen; aber ein grosser Theil dieser Unterschiede beruht gewiss darauf, und ich werde durch Beispiele sogleich anführen, dass Zellen verschiedenster Function sich anatomisch vollständig entsprechen können, wie auch, dass zwischen Zellen vollständig gleich functionirender Theile sich erhebliche Unterschiede geltend machen. Ich brauche schliesslich kaum daran zu erinnern, was es gegenwärtig heisst, von bestimmten exclusiven Functionen der Zellen bestimmter Gegenden zu sprechen, da die Frage nach der Art der Theilnahme der Zellen an bestimmten Functionen ebenso unlösbar ist, wie die Annahme, dass selbst in derselben Provinz gleicherscheinende Zellenmassen nicht functionell übereinstimmen, keineswegs ohne Weiteres geläugnet werden darf und kann. Aus den Erwägungen ergibt sich demnächst, dass zunächst eine ausführliche Reihe von genauen Beobachtungen über die Elemente verschiedener Regionen vorliegen muss und dass dann auf diese erst die Reflexion angewandt werden darf, ob sich wesentliche Charaktere ergeben und wie viel von diesen principielle Geltung wird beanspruchen dürfen. Ich werde dem entsprechend die einzelnen bisher von mir untersuchten Regionen durchgehen und auf die localen Charaktere der dort vorhandenen Zellen aufmerksam machen.

Was zunächst das Rückenmark und seine Zellen angeht, so sind

mir hier keine Verhältnisse bekannt geworden, bei denen das von mir an die Spitze gestellte Princip nicht hätte erkannt werden können. Zweifelhaft sind mir allein die kleinen Zellen der sogenannten Stilling'schen Kerne. Ich kann also, wie oben schon angeführt, das von Remak für die motorischen Elemente aufgestellte Princip hier als durchgreifende Regel für motorische sowohl wie für sensibele Elemente hinstellen. Auch an den Zellen der mittleren Gegend wie an denen der Hinterhörner (grossen wie kleinen) lässt sich der eine Haupt-Axencylinderfortsatz sicher constatiren, von allen anderen oder Protoplasmafortsätzen deutlich unterscheiden. Nach allgemeinen Charakteren der Form, Consistenz etc. lassen sich indessen doch manche Unterschiede aufstellen.

Dass in den Hinterhörnern oder Vorderhörnern ein specifischer Unterschied in Beziehung auf die zelligen Elemente besteht, lehrt der erste Blick, und ich kann hinzufügen, derselbe lässt sich in die Medulla verfolgen, soweit eine Unterscheidung zwischen sensibeln und motorischen Partien überhaupt möglich ist. Während also die Vorderhörner recht eigentlich das Schema einer grossen, mit allen Charakteren einer Ganglienzelle versehenen Zelle zeigen, gibt es, das muss vorangeschickt werden, auch in den Hinterhörnern constant eine fast gleiche Zahl zelliger Elemente, die auf den ersten Blick ihre relative Kleinheit unterscheidet, die einen Axencylinder-Fortsatz erkennen lassen, der den hinteren eintretenden Wurzeln entspricht. Frühere Autoren hatten die Existenz dieser Zellen überhaupt in Abrede gestellt und sie sind auch nicht immer leicht zu finden. Auf die aus dieser Thatsache hergeleitete Lehre von einer specifischen Formverschiedenheit der motorischen und sensibeln Elemente wurden also schon die ersten genaueren Untersucher geführt, und die blosse Abwesenheit der vielästigen grossen Zellen in den Hinterhörnern schien sie zu beweisen. Man trug kein Bedenken, einen allgemeinen Schluss daraus zu ziehen. In dieser Form, wo also nur die einfachsten Verhältnisse der Form und Grösse als Kriterien benutzt wurden, ist gegen die Lehre remonstrirt worden aus Gründen, welche ich zu widerlegen im Stande bin, und die ich daher, ehe ich in der Beschreibung weiter gehe, kurz berühren muss. Man fand im verlängerten Mark scheinbar nicht immer dasselbe Princip wieder, man sah den sogenannten Vaguskern, den man für die einzige Endigung des Vagus hielt, aus grossen, den motorischen Zellen allein entsprechenden Elementen bestehen, man erkannte ferner am Boden des Eintritts des N. acusticus eine Gruppe so grosser vielästiger Zellen, wie sie in dieser Dimension nur noch

an wenigen Stellen angetroffen werden. Diese scheinbaren Thatsachen also sind zu widerlegen. Ich werde demnächst auseinandersetzen, wie ich in allen Nerven der Medulla oblongata mit wenig Ausnahmen das Schema des Rückenmarks wieder erkenne, und wie denn insbesondere am Vagus ausser der bisher bekannten Endigung in dem sogenannten Vagus- resp. Accessorius-Kern eine zweite erkannt werden kann, die sich ganz wie eine sensibele Rückenmarkspartie verhält und welche als sensibele Vaguswurzel aufgefasst werden kann. Was aber die grossen Zellen am Ursprung des Acusticus angeht, so haben diese mit jenem Nerven nichts zu thun, sondern gehören den crura cerebelli ad medullam oblongatam an, welche vom Acusticus zum Theil umkreist, zum Theil durchbohrt werden, worauf sich dann der letztere in der Weise eines sensibelen Nerven zu den Fortsetzungen der sensibelen Rückenmarkspartie begibt. Dies nebenbei.

Ich beschreibe jetzt die gefundenen Unterschiede zwischen motorischen und sensibeln Zellen des Rückenmarkes etwas näher. Die grossen vielästigen Zellen der Vorderhörner anlangend, so habe ich den bisherigen Angaben in Betreff der gröberen Verzweigungen wenig hinzuzusetzen und verweise auf die obigen allgemeinen Bemerkungen, die hier ihre hervorragendste Stelle finden, und auf die Abbildungen. Beim Vergleich vieler Stellen des Rückenmarks wird man in Betreff dieser Zellen auch keine vollständige Uebereinstimmung finden können. Ganz abgesehen von kleinen Form- und Grösseunterschieden muss man sich überzeugen, dass den vorgeschlagenen Isolationsmethoden gegenüber sich die verschiedenen Stellen durchaus nicht gleich verhalten. Wenn also eine bestimmte Stelle besonders, eine andere weniger zum Studium der Ganglienzellen in der beschriebenen Weise empfohlen wird, so liegt darin eigentlich ein chemisch-physikalischer Charakter. Ich bin indessen weit entfernt, darin etwas Specifisches sehen zu wollen, glaube vielmehr, dass es besonders die gröbere Anordnung ist, welche einmal alle Theile der betreffenden Flüssigkeit leichter zugänglich macht, und auch sonst die Isolation besser gestattet. So z. B. wenn die Massen der Lendenanschwellung sehr günstige Präparate zur Isolirung, die des Rückentheiles minder günstige abgeben. In dem ganzen Vorderhorn bis zu der Basis der Hinterhörner und noch in diese wohl etwas hinein, also inclusive der substantia gelatinosa centralis finde ich keine wesentlichen Unterschiede als den der Grösse. Es ist richtig, dass hier die Zellen kleiner, zum Theil auffallend klein werden, und dass sie leicht zur An-

nahme von specifischen Unterschieden verführen können. Zu solcher Annahme liegt einstweilen aber nicht die geringste Berechtigung vor. Die Zellen sind kleiner, entsprechen aber isolirt den grossen vollständig und lassen sämmtliche Uebergangsstufen der Grösse bis zu diesen hin erkennen. Zunächst ist noch kein Zusammenhang mit den schmalen Fasern der Hinterhörner zu erkennen gewesen, im Gegentheil die abgehende Nervenfaser scheint an isolirten Präparaten auf die vorderen Wurzeln hinzudeuten. Es ist daher einstweilen gewiss noch ungerechtfertigt, Zellen der Art als besondere Gattungen abzutrennen, und sie, wie Schroeder v. d. Kolk thut, als reflectorische Zellenmassen zusammenzufassen. Was vielleicht dafür spricht, den Zellen dieser Gegenden, selbst wenn sie der Form nach mit den übrigen übereinstimmen, eine von den übrigen verschiedene Function zuzuschreiben, ist, dass es gerade diese Stellen sind, welche im verlängerten Mark zu besonders geformten Massen anschwellen. Zu Formen der beschriebenen Art gehört z. B., wie ich glaube, eine von Kölliker in seinem Handbuch der Histologie als Paradigma der Bindesubstanzelemente abgebildete Zelle. Es liegt hier natürlich nicht in meiner Absicht, die kleinen Formunterschiede, welche sich in verschiedenen Regionen an diesen Partien erkennen lassen, einzeln durchzugehen und zu besprechen, also Form, Grösse, Zahl, Länge, Direction der Fortsätze, Theilung derselben etc. zu beschreiben. Auch in dieser Beziehung wird es Jedem leicht werden, Unterschiede genug zu finden, welche den Mauthner'schen an eingreifender Bedeutung mindestens gleichstehen.

In den sensibeln Provinzen der Hinterhörner des Rückenmarkes findet man nun Zellen sehr verschiedener Form, welche aber vielleicht alle auf eine Grundform zurückgeführt werden dürfen. Die hauptsächlichsten, speciell sensibel genannten Zellformen sind bisher nur in Rudimenten bekannt geworden, d. h. man hat sie nur auf Schnitten und durch ungeeignetes Zerzupfen untersucht, aber ohne genaue Isolirungsversuche, und so ist ein Bild herausgekommen, das durch die relative Kleinheit des Zellkörpers und die öfters vorkommende Spindelform in Gegensatz zu den Zellen der Vorderhörner tritt, sonst aber alle wesentlichen Momente vermissen lässt. Die bisher bekannten Charaktere, nach denen man in den sogenannten sensibeln Elementen einen specifischen Unterschied von motorischen herausfinden wollte, reduciren sich daher einstweilen auf ein Minimum, das, wie demnächst auseinanderzusetzen, nicht einmal eine durchgreifende Verschiedenheit in sich schliesst. Bei Anwendung der oben

auseinandergesetzten Macerationsmethoden aber gelingt es, auch diese Zellformen vollständig intact, aus ihrer Umgebung zu sondern, und man gewinnt Bilder, welche Jeden, der den Versuch zuerst wiederholt, mit Recht befremden müssen. Die Verdünnungen der Lösungen, welche ich hier am passendsten finde, sind im Grunde von denen, welche bei den motorischen Elementen Anwendung fanden, nicht wesentlich verschieden, doch erhalten sich die Zellen viel schwerer. Die sonst so vorzügliche dünnste Chromsäurelösung gestattet es höchstens 2 Tage lang die Zellen intact zu conserviren; dann beginnt schon die Zersetzung, die nicht durch Erneuerung der Chromsäurelösung, sondern nur durch Vertauschung mit doppelt chromsaurem Kali etwas aufgehalten werden kann. Die Anwendung verdünnter Natronlösungen wird von diesen Zellen im frischen Zustande durchaus nicht vertragen, wohl aber schon eher, wenn in beschriebener Weise die Zellen durch dünne Chromsäure etwas erhärtet worden sind.

Eine Zelle der Art habe ich in Fig. 6 abgebildet. In anderen Fällen ist die Spindelform deutlicher, wie in Fig. 7. Die Zellen haben ein sehr feinkörniges oft fast homogenes Aussehen, sind meist pigmentlos und durchweg sehr blass und zart. Die Grösse wechselt sehr, daher liegt die Möglichkeit einer Verwechselung sehr nahe. Die Form ist oft eine Spindelform nach der Länge des Hinterhorns ausgezogen, so dass man, wenn man will, die Zelle eine bipolare nennen kann. In anderen Fällen aber ist auch der Zellkörper unregelmässig, und mehrere Fortsätze gehen direct von ihm ab. Der Haupt-Axencylinder-Fortsatz entspringt fast immer direct an einer Seite des Zellkörpers selbst, seltener von den Fortsetzungen desselben; er ist schmal, glatt und glänzend, bricht sehr leicht ab und zieht sich dann meistens in eine feine Spitze aus. Ausser dieser einen Faser gehen vom Zellkörper selbst meist keine scharf abgesetzten Fortsätze ab, sondern der spindelförmige Körper der Zelle zieht sich nach beiden Seiten aus, so dass eine äussere Grenze zwischen Fortsätzen und Zellenkörper nicht statuirt werden kann. Diese beiden Fortsätze spalten sich dann sehr bald in ziemlich reichhaltiger Weise durch die zahlreichsten meist gabelförmigen Theilungen, oder auch durch einfache seitliche Aeste. Von diesen Aesten aus sieht man in ziemlich grosser Zahl die beschriebenen kleinen Reiserchen mit dreieckiger Basis abgehen, welche ich als directe Axencylinder der schmalsten Rückenmarksnerven auffasse (Fig. 6, bb). Man hat insofern dasselbe Schema wie in den Zellen der Vorderhörner. Das letzte Theilungsproduct der genannten

Ausläufer zieht sich an gelungenen Exemplaren ausserordentlich lang hin, und die Masse der Fortsätze ist daher an einem Schnittpräparat auch nicht im Mindesten zu verfolgen, woraus sich das bisher geltende durchaus unvollständige Bild erklärt. Der Grund davon liegt ausserdem und zunächst wohl darin, dass die Fortsätze bald eine andere Richtung wie der Zellkörper annehmen, dann aber auch in dem Umstande, dass stärkere Chromsäurelösungen von diesen feinen Elementen absolut nicht vertragen werden, d. h. solche, die zu einer Erhärtung und nachträglichen Imbibition erforderlich sind. So kommt es, dass bei manchen Imbibitionsverfahren die Zellen kaum mehr sichtbar geblieben sind, in anderen die Imbibition so mangelhaft geschieht, dass man ausser dem stärker gefärbten Kern und Kernkörper nur Spuren eines blasser gefärbten Zellenprotoplasmas wahrnehmen kann. Dieses Verhältniss ist nicht bloss auf eine mangelhafte Infiltrirbarkeit zurückzuführen; an frisch isolirten Präparaten kann man sich überzeugen, dass die Imbibition in ähnlicher Weise wie bei den motorischen Zellen möglich ist. Es muss sich also wohl hauptsächlich um eine ungeeignete Einwirkung stärkerer Chromsäuregrade und erst in zweiter Reihe um eine geringere Imbibitionsfähigkeit handeln. Wenn aber Jacubowitsch nach dem eingreifendsten Verfahren die sensibeln Zellen noch sehr schön deutlich und gefärbt fand, so ist mir das nicht vollständig verständlich; er kann kaum etwas mehr als den Kern und einen Theil des Protoplasma wahrgenommen haben.

Es gibt indess auch hier Unterschiede, welche sich auf verschiedene Gegenden, Thiere etc. beziehen. So sind die sensibeln Zellen bei kleinen Thieren, Katzen, Kaninchen, in Imbibitionspräparaten leichter zu sehen, aber schwerer zu isoliren; ihr Kern ist relativ grösser und ebensowohl auch der Zellkörper. Die vollständige Isolirung dieser Zellen mit allen Fortsätzen gelingt übrigens im Rückenmark viel leichter als in den Theilen der Medulla oblongata, welche der sensibeln Portion der Medulla spinalis entsprechen. Hier werden indessen die Zellen grösser, wenn auch in ihren Fortsätzen nicht resistenter.

Ich sagte schon vorhin, dass die Zellen in Form und Grösse in den Hinterhörnern beträchtliche Unterschiede zeigen. Es ist mir noch nicht gelungen, mit aller Sicherheit zu beweisen, ob derartige Verschiedenheiten auch verschiedene Bedeutung in sich schliessen. Ich dachte an obwaltende innere Verschiedenheiten, besonders bei Zellen, die in grosser Zahl vorkommen, mit kleineren Zellkörpern und mit leichter abbrechenden Fortsätzen und von schwererer Isolirbarkeit, die aber sonst die wesentlichen Kriterien vollkommen deut-

lich erkennen lassen. Da sich indessen hier Uebergangsformen constatiren lassen, so möchte ich wenigstens einstweilen hier allen Formen eine gleiche Bedeutung zuschreiben.

Ich komme endlich zu der Frage nach der Anwesenheit solcher Zellen in den Hinterhörnern des Rückenmarkes, welche an Grösse den vielästigen der Vorderhörner entsprechen, die bekanntlich vielfach angegeben, von einzelnen Autoren aber auch geläugnet worden sind. Dass hier derartige grosse Zellen wirklich existiren, darüber, meine ich, könnte nach einer genauen und nur einigermaassen vollständigen Untersuchung kein Zweifel bestehen. Auch diese Zellen, über deren genauere Lagerungsverhältnisse ich mich demnächst auszusprechen haben werde, lassen sich mit nicht grosser Schwierigkeit aus ihrer Umgebung isoliren, und man überzeugt sich, dass sie dem oben gegebenen allgemeinen Schema sich unterordnen. Die Zellen sind indessen mit denen der Vorderhörner trotz des äusseren Anscheines nicht identisch. Es sind meist platte, zarte und feine Gebilde, von der Seite schmal spindelförmig erscheinend, zunächst in breite Fortsätze ausgehend, bei denen das Pigment fast immer, wenn auch in geringer Menge, in den Fortsätzen erscheint. Besonders ist mir aufgefallen, dass oft ein einziger Fortsatz vor allen anderen sich dadurch auszeichnet, dass er über und über von einem äusserst feinkörnigen, braungelblichen glänzenden Pigment erfüllt ist, in der Weise wie in Fig. 8. Die Fortsätze dieser Zellen haben fast immer etwas gerissene Ränder, häufig auch nur auf der einen Seite derselben. Ueber eine Bedeutung dieser Zellen ist mir einstweilen nichts bekannt geworden. Die Frage ist aufzuwerfen, ob sie von den sensibeln unterschieden sind. Mir ist das zweifelhaft, was dagegen spricht, ist, dass man ununterbrochene Uebergangsformen bis zu ihnen hin von den kleinsten Zellen der sensibeln Bahnen erkennen kann und sie, wie es scheint, dieselben Conservationsflüssigkeiten verlangen.

Indem ich nun die weiteren Zellenformen, soweit sie mir bis jetzt bekannt geworden sind, folgen lasse, nehme ich die Reihenfolge von dem Rückenmark aus allmälig nach oben gehend, und werde mich höchstens über die Zellen des grossen Gehirns noch nicht specieller auszusprechen im Stande sein. Verfolgt man Schritt für Schritt in der Medulla oblongata die Vorderhörner des Rückenmarks, so wird man in einer Weise, die ich unten zu erörtern haben werde, auf die Ursprungsstellen der motorischen Gehirnnerven geführt, die hier eine scheinbar abweichende Selbstständigkeit erhalten haben, und daher als einzelne Nervenkerne unterschieden zu werden pflegen. Hier kann man

sich der Reihe nach von Zellenformen überzeugen, bei denen kein Grund vorliegt, irgend welche functionelle Unterschiede anzunehmen, die im Allgemeinen auch in das motorische Zellenschema hineinpassen, aber doch im Einzelnen constante Verschiedenheiten zeigen. Die erste Sonderung betrifft hier die sogenannten Accessorius- und Vaguskerne, ferner den sogenannten Hypoglossuskern. Der letzte zeigt Zellen, welche anfangs nicht die geringste Unterscheidung von der Zelle des Rückenmarks erkennen lassen, abgesehen davon, dass sie sich wenigstens in ihren Fortsätzen viel weniger gut färben lassen, wie die entsprechenden der Rückenmarkskerne. Es liegt dies indessen nicht nur in abweichender Lage und vielleicht Aenderung des Aggregatzustandes, sondern ebenso viel in veränderter Beschaffenheit des Bindegewebes der Umgebung. Je mehr man indessen den Hypoglossuskern nach oben verfolgt, desto mehr verlieren sich diese Formen in verhältnissmässig viel kleinere, wenn auch fast ganz entsprechend geformte, welche sich aber schlecht imbibiren und auch nur mangelhaft isoliren lassen.

Besonders ausgezeichnet sind die Zellen des sogenannten Accessorius- und Vaguskernes, welche von allen übrigen sogenannten motorischen Zellen sich ganz charakteristisch zu unterscheiden scheinen. Sieht man diese auf Flächenschnitten ohne Anwendung irgend eines Reagens nur an einfachen etwas aufgehellten Chromsäurepräparaten, so erscheinen sie blass und schwach lichtbrechend, auch kaum von der Chromsäure etwas gelb gefärbt. Die Carmininfiltration färbt sie ganz, Kerne, Protoplasma und Kernkörperchen, aber mit einer eigenthümlich blassrothen Nüance, die besonders auffällt, wenn man die daneben gelegenen, bei derselben Behandlung intensiv roth gefärbten Zellen des Hypoglossuskernes vergleicht. Dieser blassrothe Teint wird durch langdauernde Infiltration etwas gesättigter, behält aber fast immer etwas Eigenthümliches, das allerdings auch durch die charakteristischen Lagerungsverhältnisse dieser Zellen unterstützt wird. Isolirt man diese Zellen, so erscheinen sie viel zarter, weit weniger körnig, weniger pigmentirt. Die Zellsubstanz ist sehr nachgiebig, biegsam, fast wachsweich, ganz anders wie wohl die meisten übrigen mehr spröden, zerbrechlichen Zellen besonders der motorischen Provinzen. Selbst nach ziemlich entschiedener Einwirkung der benutzten Agentien bleibt diese weiche Consistenz wenig verändert. Auch isolirt haben sie ein sehr blasses, mattglänzendes Ansehen, und sind im Verhältniss etwas kleiner wie die des benachbarten Hypoglossuskernes. Ich wüsste kaum eine zweite Zellenart mit ihnen zu verglei-

chen, vielleicht noch am ehesten die auch von Mauthner erwähnten Zellen aus dem Rückenmark der Fische, welche ihnen vielleicht entsprechen. Verfolgt man nun die höheren motorischen Nervenursprünge' insbesondere Abducens, Oculomotorius, Trigeminus und Facialis, so findet man kaum noch Zellen, welche vollständig denen des beginnenden Hypoglossuskernes entsprechen. Mit alleinigen Ausnahmen vielleicht des N. Trochlearis findet man überall dasselbe allgemeine Princip, aber die localen Eigenthümlichkeiten der Zellen lassen doch allmälig gewisse Unterschiede hervortreten. Die Zellen erscheinen constant kleiner, aber mit derselben Form, mit gebrechlicheren Fortsätzen und schwerer imbibirbar. Besonders erwähne ich in dieser Beziehung den sogenannten Facialiskern, dessen Zellen bei der Imbibition mit Carmin fast immer nur ein ganz hellrothes Ansehen gewinnen.

Hier lassen sich also, wenn Mauthner will, allerdings Unterschiede in der Färbekraft constatiren, aber nie mit den specifischen Eigenschaften, wie er sie angibt. Die erwähnte, bloss gradweise auftretende Farbendifferenz kann man aber an den gedachten Zellenhaufen fast durchgehends constatiren. Besonders evident ist in dieser Hinsicht, wie erwähnt, der sogenannte Facialiskern. Es ist aber zu bedenken, dass hier auch die Umgebung der Zellen einen grossen Theil des Farbstoffes aufnimmt, die letzteren daher nicht so charakteristisch von der ersteren gesondert erscheinen können. Untersucht man nun die Elemente der genannten Kerne isolirt, so findet man kaum eine andere Differenz von den Zellen anderer motorischer Provinzen, als dass sie kleiner und schwerer aus ihrer Umgebung zu lösen sind und daher leichter in ihren Fortsätzen abbrechen.

Eine Ausnahme von dem oben beschriebenen Schema, die ich noch nicht vollständig zu erklären im Stande bin, machen wohl nur Zellen, welche am Ursprung des Trochlearis gelegen sind, und diesen während seiner Bahn durch das Centralorgan in sehr einfacher regelmässiger Reihe begleiten, die bisher noch nicht bekannt zu sein scheinen. Die Bündel des Nervus trochlearis treten in demnächst zu erörtender Weise an der Grenze der grauen Substanz ein und begegnen hier in einfacher Reihe gelegenen Zellen von ganz ausnahmsweiser Beschaffenheit. Diese Zellen (vergl. Fig. 9) kann ich nicht besser vergleichen wie mit den Elementen der meisten peripherischen Ganglien, z. B. des Ganglion Gasseri, an denen die Fortsätze meist abgerissen zu sein pflegen oder jedenfalls in geringer Zahl vorhanden sind, und kaum die Bedeutung von Protoplasmafortsätzen haben. Die ge-

nannten Zellen des Trochlearis erscheinen ganz isolirt mit sehr regelmässigem rundlichen Zellkörper, mit zwar etwas rauher Oberfläche, aber jedenfalls so, dass abgehende Fortsätze die Form der Zelle nicht alteriren. Der Inhalt der Zellen ist sehr gleichmässig feinkörnig, mit einer Pigmentlage, grossen bläschenartigen Kernen etc., mit einem Worte, der Zellkörper bietet so recht das Prototyp dessen, was man früher als eine runde apolare Zelle bezeichnete. Bei genauer Untersuchung vorsichtig isolirter Theile erkennt man aber, dass die scheinbare Apolarität sich nur auf einen (mehr oder minder vollständigen?) Mangel der Protoplasmafortsätze bezieht; dass aber doch immer ein, auch wohl zwei glatte, nicht getheilte Fortsätze abgehen, von denen ich nicht ganz sicher bin, ob sie nachher direct in den Axencylinder einer Nervenfaser umbiegen. Den genannten zweiten Fortsatz einer solchen Zelle habe ich nur in wenigen Fällen beobachtet. Dass mit diesem Bilde die wirkliche Form dieser Zellen erschöpfend gegeben sei, kommt mir nicht in den Sinn zu behaupten. Die localen Bedingungen sind hier der Art, dass ein Abreissen abgehender Fäden ausserordentlich leicht möglich ist. Das wahre vorauszusehende Bild wird sich wohl als eine Zelle herausstellen, deren Zellkörper selbst die verschiedenen Systeme abgehender Nervenelemente abschickt. In der Art hat aber diese Zelle in den bisher untersuchten Theilen der Centralorgane einstweilen kein Analogon und ich empfehle sie der Controle anderer Forscher aufs Angelegentlichste, da sie gewiss für die Theorie wichtige Anhaltspunkte in sich schliessen werden. Ob diese Zellen überhaupt als directer Ausgangspunkt des Trochlearis aufgefasst werden dürfen, ist mir zweifelhaft geworden. Die alleinigen sind sie sicher nicht. In ihrer Nähe, in dem Innern der grauen Substanz, findet man eine Masse anderer, den gewöhnlichen motorischen Zellen mehr entsprechender Elemente, die schon bei Thieren oft durch etwas mehr Pigment, sich auszeichnen, beim Menschen aber fast vollständig von einem dichten schwarzen Pigmente erfüllt sind.

Untersucht man nun in der Medulla oblongata diejenigen Stellen, welche als mehr oder weniger directe Fortsetzungen der sensibeln Provinzen zu deuten sind, so findet man überall Zellen, bei denen man keinen wesentlichen Unterschied von den im Rückenmark sogenannten sensibeln Zellen bemerkt. Kleine Unterschiede der Grösse, Form, Isolirbarkeit, Imbibitionsfähigkeit finden sich natürlich auch hier, aber unter allen möglichen Uebergängen und so unregelmässig, dass sie nicht das geringste Recht zu schematischen Unterscheidungen geben. Am Boden der vierten Hirnhöhle sieht man nun immer

eine graue Masse sich in sehr verschiedener Mächtigkeit fortsetzen, die man wohl als directe Fortsetzung der Subst. gelatinosa centralis aufzufassen hat. Auch in dieser findet man nur Zellen, bei denen (mit demnächst zu erwähnenden Ausnahmen) der Charakter als Nervenzelle sicher ist, die in ihren allgemeinen Formverhältnissen keine wesentlichen Unterschiede von den bisher in den motorischen und sensibeln Provinzen beschriebenen Zellen zeigen, und deren Charakter physiologisch also nur durch den Nachweis eines bestimmten Zusammenhangs der Art definirt werden kann. Dieselben sind indessen viel schwerer zu imbibiren, zu conserviren und zu isoliren, man bekommt fast immer nur verstümmelte Exemplare zu Gesichte. Nach längeren Versuchen gelingt es indess hier über diesen Punkt ein bestimmtes Resultat zu erhalten. Die genannten Abweichungen hat man indessen nicht das Recht ohne Weiteres als specifische, den Zellen eigenthümliche aufzufassen, sondern die Lagerung innerhalb einer so dichten Bindemasse erklärt die Verhältnisse wohl, und jedenfalls findet man an allen ähnlichen Orten ein analoges Princip, wenn auch die physiologische Bedeutung eine verschiedene sein muss. Ausser den genannten Zellenmassen kann man nun in der Medulla oblongata noch eine Reihe verschiedenartiger Zellenformen unterscheiden, die in ihrer physiologischen Bedeutung noch nicht zu erklären sind. Es scheint mir, wie ich weiter unten auseinandersetzen muss, dass hier Zellenmassen überall auftreten, wo Faserzüge eine andere Richtung annehmen und wo sie doch an Ort und Stelle eine gewisse selbstständige Endigung in der vorher angenommenen Richtung bewahren sollen. In der Art findet man schon Zellen am Ende des Rückenmarks, wo die Hinterstränge sich plötzlich in der Form der circulären Faserzüge erheben etc. Zu Zellen der Art gehören wohl die Zellen der Oliven, die specifischen Zellen des Pons Varolii, dahin gehören die zu beschreibenden Kerne des Stratum zonale, wahrscheinlich der Kern des Corpus dentatum cerebelli, dahin gehört endlich wohl zum Theil auch die Masse zerstreut liegender colossal grosser Ganglienzellen in der Medulla oblongata, die schon bekannt sind, und die an einzelnen Stellen, z. B. am Boden der vierten Hirnhöhle (Acusticus), in grösseren Haufen zusammengedrängt liegen. An allen diesen Zellformen, die ich im Einzelnen näher besprechen werde, habe ich dasselbe Princip wiedererkannt: den Unterschied abgehender Nervenfaser- und Protoplasmafortsätze, auch das oben beschriebene doppelte System abgehender Nervenfasern. Im Allgemeinen lassen alle diese Zellformen eine gewisse Gleichmässigkeit

in der Form erkennen, die sie meist mehr der grösseren Form der motorischen Zellen nähert. Abweichungen beziehen sich besonders auf Festigkeit, Resistenz etc. So verlangen besonders die Zellen der Oliven und des Pons sehr vorsichtige Anwendung passender Concentrationsgrade, um erhalten werden zu können, und sind nur innerhalb sehr beschränkter Frist zu conserviren, die meist kurzen Fortsätze brechen ausserordentlich leicht ab etc. etc.

Alles das aber und insbesondere die Form und Grösse selbst sind Unterschiede, die sich durch die vorhandenen Uebergänge als nicht gerade absolut wesentlich, als specifisch constatiren lassen. So erscheinen die Zellen des Pons Varolii, wenn man dieselben aus der Mitte des transversalen Systems untersucht, klein, kurz, von den meisten motorischen Elementen deutlich unterschieden, pigmentirt etc. Gegen den Rand dagegen hin sieht man diese ganz allmälig grösser werden, und dann manchmal so gross und so geformt werden, dass sie den Zellen der motorischen Vorderhörner wenigstens in ihren kleineren Arten vollständig entsprechen. Aehnliches kann man von den Oliven sagen. Die Zellen derselben sind allerdings beim Menschen auffallend regelmässig, ausgezeichnet durch einen runden Zellkörper, von dem ganz direct eng anliegende Fortsätze abgehen, man ist leicht versucht, hier eine specifisch unterschiedene Form zu vermuthen. Bei Thieren hat sich aber in den Oliven diese sehr charakteristische Form fast vollständig verloren und man erhält ein Schema, welches der Zelle des Pons schon fast vollständig entspricht. Dieses Zellenschema kommt dann an manchen Stellen wieder, in kleinen Zellen mit mehr oder weniger regelmässigem Zellkörper und ziemlich gleichmässig von diesen abgehenden Fortsätzen, welche alle sehr leicht abbrechen, sich nicht gerade sehr leicht infiltriren, sehr vorsichtige Concentrationsgrade verlangen und etwas Pigment enthalten. Dahin gehören die Zellen der Olive, des Corp. dent. cerebelli, die kleinen Zellen in der Körnerlage des kleinen Gehirnes, des Locus niger etc. etc. Die vorhandenen Uebergänge sprechen dagegen, hier etwas Specifisches zu sehen. Ueber die grossen Zellen, die in der Medulla zerstreut liegen, kann ich nur bemerken, dass sie nur durch ihre enorme Grösse etwas Ausgezeichnetes haben, sonst aber vollkommen mit den Formen der motorischen Zellen übereinstimmen. Aber auch bei ihnen hält eine genauere Isolirung der bestimmten Lagerungsverhältnisse wegen schwer, und man kommt leicht zu Annahmen von Verschiedenheiten, deren Anschein nur durch die besprochenen Zufälligkeiten veranlasst wird. Nur über eine Zellenform habe ich in der Medulla

und den zunächst liegenden Theilen noch nicht recht ins Klare kommen können, nämlich die Zellen der sogenannten oberen Oliven, welche sich auch bei vorsichtiger Behandlung schlecht imbibiren, schlecht isoliren etc., und über die ich demnach, wie im Folgenden näher auseinander zu setzen, noch keine bestimmte Meinung abgeben kann.

Ich komme zu den Zellen, welche die Massen des kleinen Gehirns zusammensetzen. Unter diesen erwähne ich zunächst der bekannten grossen Zellen, die als eine vollständige Zone die äussere Contour der Körnerlage umsäumen. So verschieden diese auf den ersten Blick erscheinen, so entfernen sie sich im Wesentlichen wohl kaum von dem Schema sogenannter motorischer Zellen. Die Infiltrationseigenthümlichkeiten, von denen Mauthner spricht, kann ich für keine Wirbelthierclasse bestätigen; die Bilder dieses Forschers gehören weniger gelungenen, zum Theil macerirten Präparaten an, bei denen dergleichen öfter zur Beobachtung kommen kann. Der Unterschied dieser Zellformen liegt nur darin, dass alle Protoplasmafortsätze nach der einen, der eine Hauptnervenfortsatz dagegen allein nach der anderen Seite gekehrt ist. Die Protoplasmafortsätze dieser Elemente, welche ziemlich weich und zerfliesslich sind, liegen in dem lockersten Bindegewebe eingebettet, ohne von nervösen Fasermassen in der Art umgeben und eingeschlossen zu werden, wie das bei den motorischen Zellen oft der Fall ist. Ausser diesen finden sich nun im kleinen Gehirn auch wirkliche Zellen in der Körnerlage, welche im Wesentlichen ganz denselben Charakter haben, wie die der Olive, des Pons, des Corpus dentatum cerebelli, und beträchtlich kleiner und immer auch bei Thieren pigmentirt sind. Endlich kommt im kleinen Gehirn eine dritte Zellenart vor, die, wie es scheint, beiderseits direct in einen Axencylinder übergehen kann. Dieselben sind durch einen grossen runden Kern mit ein oder zwei Kernkörperchen ausgezeichnet, welcher von sehr sparsamem körnigem, aber ganz unregelmässig contourirtem Protoplasma umgeben wird. Sie werden in der grauen Rindenschicht zerstreut gefunden. Diese sonderbaren kleinen Zellen, über welche unten mehr, sind eins der wenigen Beispiele, bei dem es mir bis jetzt nicht gelungen ist, das allgemeine Schema, nach dem die Nervenzellen in das Fasersystem der Centralorgane eingreifen, wiederzuerkennen, und wo auch, wie es scheint, ein anderes Schema vorhanden ist.

Indem ich also auf die verschiedenen Zellenformen des grossen Gehirnes einstweilen noch nicht weiter eingehen will, kann ich nicht

umhin zu erwähnen, dass es auch hier Zellen giebt, welche nur unwesentlich von dem bisher betrachteten Schema abweichen, und dass es daher zunächst schon ungerechtfertigt ist, kurzweg von psychischen Zellen zu sprechen, und dergleichen als etwas vollständig Differentes anderen Zellen entgegenzustellen. Ich meine hier zunächst sehr sonderbar geformte Elemente, welche im Cornu Ammonis sich vorfinden. Dieselben sind vor allen anderen durch einen ausserordentlich langstreckigen Zellenkörper ausgezeichnet, der an dem einen Ende eine Reihe kleinerer zum Theil sich verästelnder Fortsätze abgibt, von denen sich, wie mir scheint einer als Nervenfaser zu erkennen gibt, während die anderen, die sich mannigfach sehr fein theilen, als Protoplasmafortsätze aufgefasst werden müssen. Die entgegengesetzte Spitze der Zellen theilt sich auch wohl in Aeste, die unter besonders spitzem Winkel abgehen, so dass eigentlich die ganze Zelle eine fast lineare Gestalt behält. Auch kann man unter dreieckiger Basis aufsitzende kleinste Fäserchen erkennen, die ich glaube als Nervenfäserchen auffassen zu dürfen. Diese Zellen sind verhältnissmässig sehr stark und gross bei Kaninchen, die überhaupt ein unverhältnissmässig entwickeltes Cornu Ammonis besitzen.

Aus der im Vorstehenden enthaltenen Uebersicht, die natürlich noch zu verallgemeinern sein wird, glaube ich doch schon jetzt einige Schlüsse über die Principien aufstellen zu dürfen, welche bei einer aprioristisch durchgreifenden Eintheilung der Ganglienzellen etwa in Frage kommen können. Die Principien, nach denen man einen absoluten Eintheilungsgrund der Zellen versuchen könnte, dürfen gesucht werden in der Grösse, Form, Pigmentirung, Zahl und Theilung der Fortsätze, Resistenz resp. Conservirbarkeit bei bestimmten chemischen Agentien. Vergleicht man auf solche Kategorien die gegebene Uebersicht und versucht man sie noch zu verallgemeinern, so ergiebt sich, dass von den genannten und übrigen bisher bekannten Charakteren kein einziger etwas absolut Unterscheidendes in sich schliesst, und dass ein grosser Theil der genannten Charaktere, wenn er ausgesprochen ist, in Verhältnissen bedingt sein kann, welche etwas rein Zufälliges in sich schliessen, und dass daher alle möglichen Uebergangsformen von dem einen zum anderen Charakter vorkommen können und wirklich vorkommen. Es soll damit natürlich nicht gesagt sein, dass Unterschiede der verschieden functionirenden Theile überhaupt nicht vorkommen; das vorliegende Schema giebt ihrer schon genug an, aber die bisher bekannten Charaktere schliessen, wie es scheint, nichts für die Function absolut Nothwendiges ein. Niemand wird im

Allgemeinen leicht die Unterschiede motorischer und sensibler Elemente verkennen, die jedenfalls, was ganze Provinzen angeht, immer angetroffen werden. Daraus folgt aber nicht, dass ausnahmsweise auch die motorischen Ganglienzellen einmal sehr klein, die sensiblen einmal sehr gross werden und ihre Spindelform fast vollständig verlieren können.'

Es hat sich aus dem Schema ergeben, dass die Grösse einer Zelle in hohem Grade durch die Lagerungsstätte, die Beschränktheit des Raumes bedingt sein kann; sie nimmt in den motorischen Nervenkernen ab, je mehr die ganze Masse durch andere Faserzüge eingenommen und die graue Substanz in die Enge gedrängt wird. Die Zahl und Richtung der Ausläufer wird bestimmt durch die Richtung und die Zahl der nervösen Elemente, mit denen sie und in welcher Richtung sie mit ihnen in Verbindung gebracht werden soll. Die Imbibition zeigt oft constant etwas aber nur quantitativ, nicht, wie Mauthner meint, qualitativ Verschiedenes, sie wird aber wesentlich bedingt durch die Nachbarschaft von ebenfalls imbibirbaren Theilen, z. B. von Bindegewebe, von eng aneinandergedrängten Zellenhaufen, Massen der Zellen im Gegensatz zu den Ausläufern, und, was das Wesentlichste ist, durch vorhergehende Einwirkung erhärtender Flüssigkeiten. Die Erhaltung in und die Resistenz gegen bestimmte Reagentien, gegen beginnende Maceration ist gewiss brauchbar, aber ihre Verwerthung an zu viele Fehlerquellen gebunden, so dass sich schwer entscheiden lässt, wie viel der Erscheinungen als klare chemische Reaction aufzufassen ist. Auch die Form der Zellenkörper hängt zum Theil von Bedingungen ab, welchen auch die Grösse unterworfen ist, und sie wird wesentlich beeinflusst durch die Art, wie eine Zelle in das ganze System eingreift.

Wenn man nun diese mannigfachen Fehlerquellen ins Auge fasst welche hier entstehen müssen, so folgt daraus, glaube ich, mit Nothwendigkeit, dass ein unterscheidendes Merkmal, das mit der Function in Verbindung stehen soll, unmöglich in kleinen chemischen oder physikalischen Eigenthümlichkeiten erwartet werden darf, und dass derartige Versuche, wie z. B. die von Mauthner, von vornherein ein fehlerhaftes Resultat erwarten lassen, und dass also, wenn dergleichen unbedeutende Reactionen benutzt werden sollen, jedenfalls alle möglichen Einflüsse und alle die oben genannten Kategorien zusammen zu berücksichtigen sein werden. So könnte sich dann unter Umständen ein natürliches System ergeben. Es gibt wohl nur einen Weg, der, wenn er sicher zugänglich wäre, absolut sicher zum Ziele führen müsste, d. h. alle zu-

fälligen und localen Einflüsse ausschlösse: das wäre die Erforschung der Art und Weise, wie die Zelle in das ganze System der Nervenfasern eingreift. Darüber ist bis jetzt ausserordentlich wenig bekannt. Aber es ist wohl von vornhercin nicht zweifelhaft, dass z. B. die Art und Weise, in welcher die Zellen der grossen Gehirnrinde mit Nervenbahnen verbunden sind, eine wesentlich andere von der sein wird, in welcher z. B. eine motorische Zelle Nervenfasern aufnimmt. Das einzige, was in Beziehung auf derartige Fragen ich einstweilen anführen könnte, ist etwas sehr Unbedeutendes, nämlich die Thatsache, dass die Grösse der Zelle der Dickc des von ihr abgehenden Axencylinders proportional ist. Ueber diese und ihre möglichen Varietäten spreche ich indessen erst demnächst. Es kann nicht anders sein, als dass ein bestimmtes Gesetz besteht, nach dem die feinen Fortsätze in gewisser Zahl und Richtung abgehen, sich verästeln, verbinden, mit anderen Zellen in Verbindung stehen etc., alles Thatsachen, über welche die Beobachtung einstweilen noch nichts sagt.

Mit der letzten Reflexion begeben wir uns auf das Gebiet derjenigen anatomischen Thatsachen, welche zu der physiologischen Verwerthung die nächste Beziehung haben. Wie ich bei den einzelnen Theilen speciell auseinandersetzen muss, sind diese einstweilen ausserordentlich dürftig. Es ist hier nicht bloss die Configuration einer einzelnen Ganglienzelle, welche in Betracht kommt, hier sind wir genöthigt auf alle, selbst gröbere Verhältnisse Rücksicht zu nehmen. Man kann in dieser Beziehung zunächst wohl davon ausgehen, dass Anordnung und Menge der Ganglienzellen eines Theiles in einer gewissen Proportion zu den mit dieser Stelle verbundenen Nervenfasern steht. Die grösste Masse von Ganglienzellen finden wir im Rückenmark an den Stellen, wo die dicksten Nervenfaserzüge dasselbe verlassen. Neue Fasermassen treten auf, sondern sich, sowie ein neuer Nervenkern erscheint (Accessorius). Durchzieht ein Nerv in einzelnen Faserzügen oder Fasern die ganze Masse, so werden dergleichen Züge von vereinzelten Ganglienzellen begleitet (Trochlearis). Die Menge der Ganglienzellen in dem Pons Varolii entspricht der Entwickelung der von den Crura cerebelli ad pontem kommenden Faserzüge (beim Menschen bestimmt zu constatiren). Die Entwickelung des Corpus trapezoides entspricht der Entwickelung der sogenannten oberen Oliven. Die vergleichende Anatomie kann bei den einzelnen Gehirnnerven mehr Beispiele der Art anführen.

Die Ganglienzellen liegen oft massenweise in einzelnen Haufen dicht aufeinander. Dies Verhältniss, besonders beim Rückenmark, hat

zur Annahme ganz bestimmter nothwendiger Verbindungen der Zellen unter einander geführt. Man kann sich schon aus der gröberen Anordnung überzeugen, dass dergleichen nicht nothwendig ist. Die Ursprungsstellen bestimmter Nerven, die sogenannten Nervenkerne, können z. B. durch hindurchziehende Nervenmassen weit auseinander gespalten werden (Beginn des verlängerten Markes). Auf diese Weise können die Ganglienzellen aber zum Theil so weit von einander entfernt werden, dass die Ursprungsstelle eines Nerven einen grossen Bezirk einnimmt. So kann es denn vorkommen, dass man an mehreren Orten scheinbar ganz vereinzelt liegende Ganglienzellen erblickt. Aus derartigen Befunden wird jede Theorie zwar nicht unmöglich, aber unwahrscheinlich, welche zu ihrem Bestehen nothwendig eine Zusammengehörigkeit vieler Ganglienzellen braucht. Jede der letzteren scheint bis zu einem gewissen Grade einen selbstständigen Centralherd abzugeben.

Eine weitere Thatsache, auf die ich hier aufmerksam zu machen habe, ist die, dass Ganglienmassen überall da aufzutreten scheinen, wo Nervenbahnen plötzlich eine andere Richtung annehmen müssen, oder mit anderen Apparaten in Verbindung gesetzt werden sollen, dabei aber doch wohl an Ort und Stelle eine Art selbstständiger Endigung erreichen. So z. B. die massigen Wucherungen beim Beginn des Rückenmarks, wo sich die Hinterstränge nach oben erheben; so die Oliven und der Pons, welche beide, wenn auch in verschiedener Richtung, Knotenpunkte von gewisser Selbstständigkeit für bestimmte Zellenmassen abgeben. So der sogenannte Kern des Stratum zonale, so die oberen Oliven, so die Zellenmassen in den Vierhügeln, so vielleicht die Herde grosser Ganglienzellenmassen unterhalb des Oculomotorius und an den Crura cerebelli ad medullam oblongatam.

Ueber die localen physiologischen Einrichtungen einer einzelnen Ganglienzelle liegen einstweilen noch sehr wenig Anhaltspunkte vor. Wenn die Zelle nach den gegebenen Erfahrungen als ein Centralpunkt für zwei Fasersysteme von verschiedener Bedeutung erscheint, so lassen sich an eine solche Thatsache verschiedene mögliche Fragen knüpfen. Die beiden Systeme sind, wie erwähnt, nicht gleich, das eine wird repräsentirt durch eine Faser, das andere durch viele. Man kann auf diese Weise sich das Stromgebiet der Nervenbahn vereinfacht oder complicirt denken, man kann sich eine Herstellung von Verbindungen nach den entgegengesetzten Punkten vorstellen. Es ist einstweilen wohl kaum möglich, über dergleichen Annahmen zu einer sicheren Ansicht zu kommen, weil eben eine weitere Verfolgung der beiden Systeme nicht thunlich ist. Nur soviel scheint mir sicher, dass bei den motorischen Ganglien-

zellen der davon abgehende Nervenstamm der austretenden Nervenwurzel angehört. Aber selbst hier ist die Frage gerechtfertigt, ob alle Ganglienzellen demselben Princip folgen müssen, und es ist gewiss nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, dass in dieser Beziehung auch Ganglienzellen von sonst scheinbar ganz gleicher Form vollständig verschieden functioniren. Während schon bei diesen verhältnissmässig leicht erkennbaren Theilen die Untersuchung stellenweise die Grenzen einstweiliger anatomischer Methode überschreitet, ist dasselbe in noch viel höherem Maasse der Fall bei dem zweiten System von Fasern, welche in grösserer Zahl auftreten. Die Theorie verlangt eine Verbindung von Bahnen verschiedener Function, sie verlangt Einwirkungen von verschiedenen Organen auf einen Punkt; besonders die Reflexerscheinungen machen bekanntlich derartige Einrichtungen nothwendig. Da die Verbindung der Zellen nicht in Form der Protoplasmafortsätze existirt, da eine einfache Verbindung verschiedener Fasern ohne Dazwischentreten von zelligen Theilen der Theorie kaum genügen kann, so ist man mit Nothwendigkeit auf die feinen nervösen Fasern angewiesen, welche sich verästeln, also auch wohl verbinden können. Man hat nicht nur das Recht, sondern sogar die Pflicht, wie mir scheint, an derartige Möglichkeiten zu denken, weil, wenn die Einrichtung auf dem vermutheten Wege nicht zu Stande kommt, es sich um eine Thatsache handelt, welche wohl immer über die Grenzen der anatomischen Forschung hinausgeht. Auf einzelne derartige Erscheinungen werde ich später zurückkommen, hier schliesslich nur die Bemerkung, dass die Reflexerscheinungen einstweilen also nicht auf ein sicheres anatomisches Substrat zurückgeführt werden können. Auf die weiteren physiologischen Hypothesen habe ich mich hier nicht einzulassen.

IV.

DIE CENTRALE NERVENPRIMITIVFASER.

Die centrale Nervenfaser ist bei den Untersuchungen der jüngsten Zeit vor der Berücksichtigung der Zellen, vor der Controverse über Bindegewebe etc. sehr in den Hintergrund getreten. Eine Reihe wichtiger Fragen ist noch theils controvers, theils noch ganz und gar offen. Im Ganzen ist der Begriff einer Nervenfaser ein in sich ziemlich abgeschlossenes Schema, ganz anders, wie es bei der Ganglienzelle der Fall ist, bietet weniger zu Verwechselungen Anlass, und so hat man zum Theil wohl mit Recht sich damit begnügt, dies an sich bestimmte Schema genauer zu specificiren. Man versuchte eine genaueste Beschreibung der Nervenfaser. So entstanden die Discussionen über die Scheide derselben, über eine feinere Structur der Markscheide und des Axencylinders, die fast alles Interesse für sich in Anspruch nahmen. Fragen anderer Art aber, insbesondere diejenigen, ob denn der Begriff der Nervenfaser ein überall feststehender, zweifelloser sei, oder ob es nicht auch mögliche Veränderungen des Schemas gebe, ob eine Nervenfaser während ihrer ganzen Bahn immer dieselben Charaktere behalte, und endlich die Frage, ob es nicht ähnlich wie bei den Ganglienzellen Verschiedenheiten derselben gäbe, welche wenigstens in gewisser Weise mit der Function der Faser Hand in Hand gingen, Fragen der Art sind zum Theil noch kaum gestellt, zum Theil nach den ersten Versuchen bald wieder vielleicht als unberechtigt fallen gelassen worden. Ich glaube nicht ganz mit Recht, werde aber erst später auf dieselben näher eingehen können. Ich erwähne zunächst die Thatsachen, welche mehr auf die allgemeine Organisation einer Nervenfaser sich beziehen. Schon Bidder hat auf einen Unterschied der centralen Fasern von

den peripherischen aufmerksam gemacht, nämlich auf das Fehlen einer Schwann'schen Scheide um die Markscheide. Ein grosser Theil der Autoren ist in dieser Beziehung zum Theil mehr aus theoretischen Gründen anderer Ansicht gewesen, während andere sich zweifelhaft aussprachen, wie Kölliker, andere entschieden auf Bidder's Seite traten, wie M. Schultze. Ich selbst muss gestehen nach meinen Untersuchungen keine Thatsache kennen gelernt zu haben, welche mir eine solche Scheide bestimmt bewiesen hätte, und auch die von den Autoren angegebenen Wege führten eher zu dem entgegengesetzten Resultat. Die Gründe, weshalb man eine solche Scheide annahm, waren gewiss zum Theil theoretischer Natur, man dachte sich dieselbe zum Beispiel als directe Fortsetzung der hypothesischen Zellmembran der Ganglienzelle, mit welcher die Nervenzelle direct in Verbindung treten soll, und dergleichen mehr. Man muss sich zunächst natürlich fragen, was man von einer solchen Membran verlangen will, eine selbstständige sowohl von dem Nervenfaserinhalt als von dem umgebenden Bindegewebe isolirbare Masse, wie sie also den peripherischen Nervenfasern eigenthümlich ist, oder bloss eine dichtere Beschaffenheit des die Fasern überall umgebenden Bindegewebes, bei der eine Isolirung wohl von der Nervenfaser, nicht aber von dem umgebenden Bindegewebe denkbar wäre. Diese beiden Auffassungen sind durchweg verschieden, aber die meisten der bisher angewandten Kriterien halten die Erscheinungen nicht vollständig auseinander. Der Beweis einer Schwann'schen Scheide würde wohl nur in der ganz gelungenen Isolirung einer glashellen structurlosen Membran liegen, die vielleicht von Kernen besetzt wäre oder auch dieser entbehrte. Dergleichen zu finden ist mir nicht möglich gewesen, und auch in den bisherigen Angaben der Autoren finde ich keinen gelungenen Versuch der Art. Die Opposition Stilling's gegen die Angaben, wie sie Bidder und Kupffer vorbrachten, ist keiner Widerlegung bedürftig, schon allein aus dem Grunde, weil ihm das die Fasern umgebende Bindegewebe durchaus unbekannt war und weil er das einer hypothetischen Hülle immer eng anliegende Nervenmark in seinen verschiedensten Gerinnungsproducten in sonderbarem Ernste als selbstständige Bildungen beschreibt. So wird man es zu verstehen haben, wenn es bei Stilling heisst, dass die Hülle aus feinsten Röhrchen und Fasern bestände, welche untereinander communiciren und nach den allerverschiedenartigsten Richtungen hin verlaufen, von denen viele nach aussen abgehen und sich mit der Hülle der benachbarten Nervenfasern verbinden, oder nach innen verlaufen, und mit dem Nervenmark und dem Axencylinder in Verbindung

treten (!). Dergleichen Angaben haben bisher Niemand überzeugen können, und dürfen es auch nicht. Höchstens könnte man Stilling insofern Recht geben, wie auch Kölliker zugibt, dass die Unmöglichkeit, derartige Theile zu isoliren, noch nicht ohne Weiteres die Nichtexistenz derselben beweist. Aber sie beweist doch wenigstens so viel, dass nur ganz zwingende Gründe für die wirkliche Existenz diesen Gegengrund aufwiegen können. Stilling wird aber wohl zugeben, dass hier kaum ein Grund vorliegt, andere Verhältnisse anzunehmen, wie an den peripherischen Fasern. Von Kernen einer solchen hypothesen Scheide hat noch kein Beobachter etwas gesehen. Dass es aber auch sonst noch Gründe genug gibt, welche eine solche Hülle unwahrscheinlich machen, davon kann man sich überzeugen. Untersucht man z. B. in Bezug auf diese Frage den Ursprung einer Nervenfaser von einer Ganglienzelle, so sieht man, wie der von dieser Zelle, einer hüllenlosen Protoplasma-Masse, abgehende Fortsatz jedenfalls anfangs ein ganz nackter Axencylinder ist, um den sich erst nach kurzem Verlauf die anderen Theile herumlegen; hier sieht man denn ganz unmittelbar die Markscheide mit einer unbedeutenden Dicke beginnen und dann sogleich zu dem breiten Cylinder werden. An der Stelle, wo die Markscheide aufhört, wäre wohl der geeignete Platz, um eine solche zweite und sich fortsetzende Contour, die der Schwann'schen Scheide entspräche, zu erkennen. Man nimmt hier nichts der Art wahr, und das ganze Verhältniss ist gewiss der Annahme einer selbstständigen Hülle nicht günstig. Untersucht man Durchschnitte, so findet man bei ungefärbten Präparaten natürlich kaum ein beweisendes Bild. An gefärbten Präparaten sieht man aber allerdings den den rothen Axencylinder umgebenden farblosen Hof, die durch Terpentin getränkte Markscheide, durch einen stärker roth gefärbten Saum abgegrenzt, der sich dann in das umliegende Roth des Bindegewebes verliert. In diesem Saume selbst wie in dessen Umgebung habe ich von Kernen nichts erkennen können. Die genannte nach innen ganz glatte Contour, die Mauthner so sehr hervorhebt, spricht nicht ohne Weiteres für die Anwesenheit einer selbstständigen Scheide, sondern von vornherein nur gegen eine hier dichtere Beschaffenheit des umgebenden Bindegewebes, die durch die einwirkende Chromsäure etc. befördert worden ist. Dass dergleichen als Kunstproduct möglich ist, davon kann man sich oft genug an ähnlichen Contouren überzeugen, welche die Ganglienzellen umgeben, und die besonders deutlich werden, wenn sich die Masse der Ganglienzellen geschrumpft von der Hülle zurückgezogen hat. Bilder der Art sind längst bekannt und beschrieben. Das umgebende poröse Bindegewebe

aber, welches Stilling unbekannt ist, wird, wie man sich an passenden Stellen sehr leicht überzeugen kann, von dem eindringenden Farbstoff in diffuser Weise gefärbt, meist etwas blassroth und dann desto stärker, je mehr es von der einwirkenden Chromsäure vorher zusammengezogen ist. In den genannten Angaben liegt, wie mir scheint im geringsten Falle, dass einmal an Schnittpräparaten eine hypothetische Scheide wenigstens einstweilen durch nichts sicher bewiesen werden kann, an isolirten Nervenfasern aber die Unmöglichkeit des Nachweises einer Schwann'schen Scheide wenigstens vorläufig angenommen werden muss.

Ueber die Markscheide wüsste ich nichts Bemerkenswerthes hinzuzufügen, mit Ausnahme vielleicht der Thatsache, dass mir über einen längeren Verlauf eines nackten Axencylinders in den Centralorganen nichts bekannt geworden ist. Ueber einige mögliche Ausnahmen von solcher Regel habe ich demnächst zu berichten. Auf die Angaben Stilling's über eine feinere Structur der Markscheide sowohl als auch des Axencylinders kann ich unmöglich näher eingehen. Ich sehe an frischen Präparaten nichts der Art; was aber durch stark coagulirende Agentien für mannigfache Formen in dem geronnenen Mark entstehen können, das wird jeder Geübte wissen, und Stilling hätte, wenn er über noch feinere Structuren berichten wollte, wenigstens angeben müssen, in welcher Weise diese Fehlerquellen zu umgehen versucht worden sind. Wenn die Nerfenfasern in früher angegebener Weise zu isoliren versucht werden, so zieht sich fast immer der Axencylinder vollständig aus der Markscheide heraus und die letztere zerfliesst zu grossen glänzenden Tropfen. Diese Lösung geschieht an den breiten dicken Fasern leichter wie an den feinen, welche viel leichter und constanter mit doppelter Contour umgeben bleiben. Hier geschieht zwar auch eine Lösung und Gerinnung, aber in eigenthümlich unregelmässiger Weise, die dadurch entstehenden Varicositäten, die an den schmalsten Fasern am häufigsten vorkommen, sind bekannt.

Was nun schliesslich den Axencylinder angeht, so hat derselbe ein erneuetes Interesse erhalten, seitdem die alte Controverse über Präexistenz oder Nichtpräexistenz desselben glücklich bei Seite gelegt ist und seitdem sich die Anzeichen mehren, dass derselbe vielleicht, wenigstens in vielen Fällen, nicht das einfache Gebilde ist, für das man ihn meist gehalten hat. In der That, seitdem die essentielle Verschiedenheit desselben von der umgebenden Markscheide durch mehr wie hinreichende Untersuchungen gestützt ist, seitdem die Carmininfiltration auch dem Ungläubigsten diese Thatsache in der handgreiflichsten Weise vor Augen geführt hat, ist die genannte Controverse, selbst alles andere

bei Seite gelassen, auf die ziemlich irrelevante Frage nach der genaueren Consistenz gerade dieses Gebildes zurückgeführt, eine Frage, die im Ganzen gar nicht so sehr wichtig ist, wie sie manche Autoren zu machen scheinen. Sie wird um so mehr zu Gunsten der Annahme einer relativ festen Consistenz entschieden, wenn es sich mehr bestätigen sollte, wofür die Anzeichen sich mehren, dass derselbe noch mit einer feinen Structur versehen ist. Die darauf deutende Angabe sehe ich natürlich nicht in den Phantasien, wie sie Jacubowitsch und Stilling vorzuführen sich veranlasst gesehen haben, sondern besonders in den mannigfachen Theilungen, welche an manchen Orten bekanntlich in grosser Ausdehnung getroffen sind, an anderen mit grosser innerer Wahrscheinlichkeit in grösserer Ausdehnung angenommen werden dürfen, als bisher bekannt ist. Ich erinnere in dieser Beziehung an die Theilungen der Olfactoriusfasern, die M. Schultze an der Peripherie beschrieben hat, und auch die Beschreibungen G. Walter's an wirbellosen Thieren gestatten vielleicht eine Uebertragung auf Wirbelthiere. Was aber am meisten theoretisch für derartige Angaben spricht, ist die Thatsache, dass, wie demnächst auseinander zu setzen, vielleicht die Verbindung der Nervenfasern mit Ganglienzellen nicht ohne die Annahme derartiger Theilungen zu denken ist. Man wird hier diese hypothetische Andeutung gestatten, die vielleicht durch weitere Untersuchungen auf die richtigen Beobachtungen führen könnte.

Wenn man aus möglichst vorsichtig bereiteten Lösungen den Axencylinder isolirt hat, so erhält man selbst bei gleicher Behandlung nicht immer genau dasselbe Bild. Axencylinder aus breiten Fasern isolirt haben meist eine vollständig glatte Rinde, ein sehr gleichmässig glasartiges Ansehen, sind ziemlich scharf contourirt, matt glänzend. Sie haben meist etwas Starres, Sprödes, und wenn sie auch oft in verschränkten Biegungen getroffen werden, so zerbrechen sie doch auch leicht mit einem gezackten Rande der Bruchfläche. Sie behalten dabei nicht in der ganzen Länge vollständig dieselbe Breite. Das beste Bild der Art geben die Axencylinder, die man aus den Vordersträngen am Ende des Rückenmarkes oder auch aus den Fasern isolirt hat, welche in den crura cerebelli ad medullam oblongatam in der Nähe des Acusticusursprungs liegen. Die letzte Stelle kann ich fast als das Paradigma der bei den Säugethieren breitesten und ausgebildetsten Axencylinder anführen, die der colossalen Mauthner'schen Faser des Rückenmarks der Fische, wenigstens was den Axencylinder angeht, nicht viel nachgeben. Diese würden das geeignetste Bild abgeben, um über etwaige feinere Structur direct etwas zu Gesicht

zu bekommen. Etwas Bestimmtes der Art mitzutheilen bin ich einstweilen ausser Stande. Man erkennt indessen an Axencylindern dieser Art meist ziemlich leicht eine feine Punktirung, auch wohl eine feine Streifung, die mit ähnlichen Erscheinungen der Protoplasmafortsätze der Zellen zu vergleichen ist, die ich aber einstweilen auf ihre innere Ursache noch nicht zurückführen möchte. Oft erhält man nun hier ein etwas anderes Bild, das ich jedenfalls für nicht natürlich aber zum Verständniss für nicht unwichtig halte. Man sieht nämlich gegen das Ende einer solchen abgerissenen Axenfaser oft eine merkwürdige Aufblähung derselben, die die Masse dabei oft so dünn und weich und glatt macht, dass sie absolut nicht weiter verfolgt werden kann. Ich habe solche Aufblähungen, an Fasern gesehen, die auf der entgegengesetzten Stelle in eine Ganglienzelle übergingen. Dieses Factum ist wichtig, weil man an solchen aufgeblähten Stellen normale Verhältnisse und vielleicht den Anfang einer Theilung vermuthen könnte. Zuweilen sieht man eine solche aufgeblähte Stelle auch wieder abgerundet mit einem scheinbaren Lumen endigen, so dass man das Bild einer Röhre vor sich zu haben glaubt. Endlich muss ich noch unregelmässige Verbiegungen, Zusammendrückungen etc. erwähnen, die selbst an den dicksten Fasern eine Art Varicosität oder doch eine spitze Unterbrechung der sonst breiten Masse veranlassen können. Auch an diesen grössten Axencylindern sind Theilungen, wenn auch nicht besonders häufig, zu beobachten, und zwar sowohl in der grauen wie in der weissen Substanz.

Das eben gegebene Bild trifft nicht ganz zu, wenn man die Axencylinder feinsten Kalibers untersucht. Auch hier kann man oft genug Axencylinder von ziemlich solider derber Beschaffenheit mit gleichmässig glattem Rande isoliren oder aus einer dunkelrandigen Faser herausragen sehen. Doch oft genug und ganz besonders bei den schmalsten ist das Bild etwas anders. Die Axenfaser erscheint nur ganz matt, glanzlos, mit unregelmässigem, etwas gerissenem Rande, durchaus nicht spröde und zerbrechlich, wohl aber leichter zerstörbar, biegsam. An Fasern der Art, die an den feinsten Fasern häufiger beobachtet werden, klebt auch die poröse Bindemasse leichter wie an den anderen, die fast immer glatt bleiben. Ob dergleichen Verhältnisse bloss auf die Einwirkung der Reagentien zu schieben sind, ist mir nicht ganz klar geworden. Jedenfalls muss man bedenken, dass man die Einwirkung der Macerationsflüssigkeit nicht vollkommen in der Hand hat, so dass kaum ein Präparat eine gleichmässige Durchtränkung zeigt, wenn auch nur kleinere Stücke zum Einlegen genommen werden, und dass also aus solchem Grunde nicht immer dieselben Grade der Einwirkung vor-

ausgesetzt werden dürfen. Es wird endlich auch Niemand erwarten wollen, dass grosse Massen derartiger Substanz nicht andere Grade der Zerstörbarkeit zeigen, wie kleine dünne. Vielleicht hängt auch folgende Reaction mit einer derartigen mehr qualitativen Verschiedenheit zusammen. Wenn man einen Schnitt aus einer durch Chromsäure ganz erhärteten Masse mit starker Natronlösung behandelt (unverdünntem oder halbverdünntem officinellen Liquor Natri hydrici), so verschwinden die Züge der schmalsten Nervenfasern, wie sie also z. B. in den Hinterhörnern des Rückenmarks liegen, sehr schnell, während sich die grossen breiten, besonders der Vorderstränge lange, selbst tagelang deutlich erhalten und ein sehr instructives Bild geben. Die feinsten Axencylinder sind auch in den meisten genannten Flüssigkeiten sehr wenig resistent, werden leicht krümelig zerstört, und erinnern dann besonders in ihrer letzten Theilung, von der ich sprechen werde, durchaus an die feinsten Fäserchen, die ich an den Protoplasmafortsätzen der Zellen sitzen finde, und die ich für identisch halten muss.

Die bisher erörterten Fragen haben leider den wichtigsten Punkt unerledigt lassen müssen, nämlich die Frage nach einer etwaigen Zusammengesetztheit des Axencylinders. Das Aeusserste, was sich schliessen liess, war eine nicht vollständig gleichmässige Consistenz zwischen inneren und äusseren Partien, sowie auch zwischen verschiedenen Theilen der Längsausdehnung. Dagegen war es nicht gelungen, gewisse punktirte oder gestrichelte Zeichnungen an den Axencylindern mit einer bestimmten inneren Organisation in Verbindung zu bringen. Es müssen aus diesen Gründen einstweilen andere Thatsachen in den Vordergrund treten, die auch eine bestimmte Verwerthung gestatten. Es kann einer genauen Beobachtung nicht wohl entgehen, dass an verschiedenen Stellen von Rückenmark und medulla oblongata sehr bedeutende Verschiedenheiten der Nervenfasern bezüglich ihrer Breite, Resistenz und der Masse der Markscheide im Verhältniss zum Axencylinder vorkommen. Jedem, der sich mit dem Gegenstande beschäftigt hat, sind die enormen Fasern der Vorderstränge aufgefallen, die bei Fischen in so ausserordentlicher Dicke bis zu den riesenhaften sogenannten Mauthner'schen Fasern vorkommen, und dagegen wieder die im Verhältniss zu diesen so schwer controllirbaren feinen Fäserchen der Hinterhörner. Die Unterschiede sind so evident, dass sie nicht durch Zahlen immer wieder bewiesen zu werden brauchen, vielmehr auf den ersten Blick auch dem Ungeübtesten klar sind, daher auch von allen Beobachtern mit mehr oder weniger grosser Bestimmtheit angegeben werden. Die Unterschiede, aus denen man specifische Differenzen

zwischen verschieden functionirenden Zellen geschlossen hat, sind kaum grösser, denn die genauen Formen sind hier bisher gar nicht bekannt gewesen. Es lag unter solchen Umständen wohl so fern nicht, auch bei den Fasern nach Charakteren zu suchen, welche mit der Function in näherer Beziehung stehen. Seit Volkmann's Versuch, die peripherischen Nerven nach ihren Breiteunterschieden in functionell verschiedene zu sondern, scheiterte, ist von ähnlichen Bemühungen nicht mehr die Rede gewesen. Aber da doch von fast allen Autoren Breitenunterschiede der auffallendsten Art angegeben werden, so wäre doch wohl wenigstens der Versuch lohnend gewesen, hier ein Princip zu suchen. So wenn z. B. Schröder van der Kolk die eingetretenen motorischen Wurzeln weit verfolgt, die Kreuzung einzelner Fasern nachweist, die Verbindung mit Zellen an Schnittpräparaten erkennt, und dann die Bemerkung folgen lässt, dass die Faserzüge der sensibeln Wurzeln wegen ihrer Feinheit nur in Bündeln zu verfolgen wären und sich der Beobachtung fast entziehen, so liegt doch in solchen Worten ein unterscheidendes Merkmal, das ebenso gross ist, wie das gewisser Zellen, die ohne Weiteres als functionell unterschieden auseinander gehalten wurden. Ich glaube nun, dass, ebenso wenig wie aus solchen vereinzelten Thatsachen ohne Weiteres ein sogenannter specifischer Unterschied hergeleitet werden darf, unzweifelhafte Facta der Art nicht ignorirt oder kurzweg als Zufälligkeiten bei Seite geschoben werden dürfen. Verfolgt man diese Angelegenheit genauer, so kommt man zu ähnlichen Sätzen wie bei den Zellen. Auch hier durfte die Zellenform etc. nicht insofern als specifisch aufgefasst werden, als eine bestimmte Function von vornherein eine bestimmte und nur diese Form voraussetzt, oder dass unter allen Umständen eine ganz aus dem Zusammenhang gerissene Zelle einen unzweifelhaften Schluss auf eine bestimmte Function gestatte; wohl aber insofern, als z. B. die bestimmten Zellen bestimmter Regionen fast immer eine charakteristische Form erkennen liessen etc. etc. Gerade so, das will ich vor Allem weiteren an die Spitze stellen, gibt es gewiss trotz der genannten Messungen etc. keinen ganz specifischen Breitenunterschied z. B. zwischen einer motorischen und sensibeln Faser, aber eine genaue Vergleichung führt zu dem Satze, dass die Fasern alle während ihres Verlaufes entweder direct oder nach Verbindungen und Theilungen charakteristische Veränderungen ihres Durchmessers erleiden, und diese Art des Verlaufes ist natürlich bei Fasern verschiedener Function eine verschiedene. Und insofern muss es natürlich an bestimmten Stellen möglich sein, functionell verschiedene Theile auch äusserlich erkennbar zu sondern;

und ist dieser Satz einmal fest erkannt, so kann er wieder Veranlassung zu weiteren Erkenntnissen werden. Um gleich das schon erwähnte Beispiel an die Spitze zu stellen. Man vergleiche die beiden eintretenden Nervenwurzeln des Rückenmarkes während ihres Durchtrittes durch die weisse Substanz, man wird keine nennenswerthen Unterschiede bemerken. Nun gehe man weiter in die graue Substanz: kein einziger Axencylinder tritt in unveränderter Dicke aus den Hinterwurzeln in diese ein, während die der vorderen Wurzeln unverändert die graue Substanz in grossen Bogen durchziehen und so auch in grosse Ganglienzellen einmünden. Darin liegt das Princip. Ich habe mit Beziehung darauf die verschiedenen Regionen verglichen und kann darauf bezüglich eine Reihe nicht unwichtiger Ergebnisse mittheilen.

Zunächst habe ich einer Reihe von Punkten zu erwähnen, in denen das Material zu einer derartigen Schätzung besprochen werden soll.

1) Unterschiede in der Dicke der Nervenfasern können ebenso an frischen, unveränderten, isolirten Fasern gemessen werden, wie an Imbibitionspräparaten. Messungen der letzteren Art sind in jüngster Zeit von Reissner unternommen worden. Kölliker spricht dem Verfahren allen Werth ab, wohl mit Unrecht. Die Veränderungen durch das Verfahren sind bei vorsichtiger zweckmässiger Behandlung so gross nicht, wie man sich nicht gar schwer überzeugen kann; aber wären sie es auch, so ist zu bedenken, dass es hier nicht auf absolute Zahlen ankommt, sondern bloss auf Material zur Vergleichung und dass daher jede Methode zweckentsprechend ist, welche alle zu vergleichenden Theile in vollständig gleicher Weise verändert. Ausserdem ist zu bemerken, dass hier nicht von Unterschieden die Rede sein soll, welche innerhalb der durch die Behandlung entstehenden Fehlergrenzen liegen, sondern nur von solchen Differenzen, welche ohne weitere Messung in das Auge fallen, also z. B. zwischen den Fasern der Vorderstränge und den eingetretenen Bündeln der sensibeln Fasern.

2) Die relative Dicke einer Nervenfaser und die des Axencylinders entspricht sich nicht immer, auch ein äusserst dünner Axencylinder kann von einer sehr voluminösen Markscheide umgeben werden und umgekehrt.

3) Verschiedenheiten in der Breite der Fasern sind nicht bei allen Thieren gleichmässig, so z. B. beim Menschen viel weniger in die Augen fallend. Katze, Kalb sind besonders zu empfehlen, wenn man sich zunächst einen Begriff von der Thatsache machen will.

4) Eine Faser kann während ihres Verlaufes direct an Breite abnehmen, wie das ja auch von den Autoren angegeben wird, doch ist

dergleichen meist so bedeutend nicht und bei den auffallendsten Unterschieden halte ich es für im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass der ganze Unterschied darauf zurückzuführen sei. So wird z. B. eine Faser, deren Uebergang in eine Ganglienzelle constatirt werden kann, an dieser Stelle etwas an Dicke abnehmen, doch bedeutend ist dies nicht.

5) Die Breite einer Nervenfaser und diejenige der Zelle, mit der dieselbe in Verbindung tritt, stehen in einem bestimmten constanten Verhältniss; man vergleiche in dieser Beziehung die motorischen und sensibeln Zellen des Rückenmarks, die Zellenfasern des Pons Varolii etc.

6) Es kommen in den Centralorganen, der grauen Substanz sowohl wie der weissen, Theilungen vor, und zwar in Fasern allen Kalibers bis zu den allerfeinsten, an denen sie am häufigsten beobachtet werden. Theilungen der Art sind bisher selten beschrieben und meist etwas zweifelnd angegeben worden. Bei Anwendung genauer Isolirungsversuche ist es wohl nicht so schwer, sich von dem Vorhandensein derselben zu überzeugen, auch, was Kölliker noch nicht beobachtet zu haben angibt, einen gespaltenen freien Axencylinder zu sehen. Am leichtesten gelingt dergleichen im kleinen Gehirn, wo Theilungen reichlicher vorhanden sind oder wo die Bedingungen für eine zweckmässige Erhaltung günstiger sein müssen. Man muss sich hier klar machen, dass negative Resultate an und für sich Nichts beweisen können, nicht einmal einen Anhalt über die relative Häufigkeit derartiger Vorkommnisse abgeben dürfen. Die Bedingungen, unter denen derartige Verhältnisse sichtbar werden können, sind eben besonders ungünstige. Die Theilungsstellen brechen fast immer ab, besonders leicht, weil an isolirten Massen sich die Axenfasern aus ihrer Hülle herausschälen und daher kaum ein solches vollständig verästeltes Gebilde zum Vorschein kommen kann. An Schnittpräparaten ist aber in dieser Beziehung absolut nichts Sicheres zu ermitteln. Aus diesem Grunde möchte ich aus der Angabe, dass ich Theilungen nicht so häufig beobachtet habe, wie es mir die Theorie zu fordern scheint, nicht den Schluss ziehen, dass sie auch nur selten vorhanden sind. Die zu beobachtenden Theilungen sind meist einfach gabelförmige, oft allerdings auch seitlich abgehende Aeste einer Faser, die ihr Volum nicht verändert.

Ich habe bis jetzt noch nicht mit Sicherheit den Zerfall eines breiten Axencylinders in mehrere oder gar viele feinste Fäserchen beobachtet, wie das theoretisch so viel Wahrscheinlichkeit besitzt und auch von M. Schultze schon als vorsichtige Hypothese ausgesprochen wurde. Die Möglichkeit der Verwechselung und die Fehlerquellen sind hier

sehr gross. Ein breiter abgebrochener Axencylinder hört oft genug unregelmässig zerrissen auf, so dass mehrere Fäserchen an ihm hängen, die man versucht ist für selbstständige Bildungen zu halten. Ich habe mich in solchen Fällen noch nicht mit Sicherheit überzeugen können, dass es sich um etwas anderes als um Kunstproducte handle. Aber die Möglichkeit liegt vor, dass trotzdem derartige Verhältnisse zu den häufigsten, constantesten und nothwendigsten Einrichtungen gehören. Es müssen sich bei fortgesetzten Versuchen Methoden finden lassen, die hier ein sicheres Resultat geben. Lenhossek nimmt dergleichen ohne ersichtlichen Grund an, wenn er sich denkt, dass im Rückenmark die Primitivfasern nach oben hin durch Theilungen an Zahl zunehmen; zu einem bestimmten Ausspruch der Art lag kein Recht vor, und man vermisst bei Lenhossek jede Spur einer Erläuterung dieser höchst auffallenden Behauptung, von deren Tragweite sich derselbe kaum eine bestimmte Vorstellung scheint gemacht zu haben.

Vergleicht man in Beziehung auf die angeführten Behauptungen zunächst im Rückenmark motorische und sensible Partien, so ist die auffallendste Erscheinung das Verhalten der sensibeln Bahnen in den Hinterhörnern. Man sieht hier, wie auch schon bekannt ist, die sensibeln Wurzeln als breite Faserzüge eintreten und einen Theil der Hinterstränge in schrägem Verlauf durchziehen. Indem sie dann von der Seite her in die graue Substanz eintreten, ist es auf dem Schnitt nicht mehr möglich, einzelne Fasern bestimmt zu verfolgen; man sieht Bündel der schmalsten Fasern, wie man sich auf Durchschnitten überzeugt, mit verhältnissmässig noch feinen Axencylindern. Ich habe mich bisher vergeblich bemüht, hier ein sicheres Resultat zu gewinnen, ob es sich hier um massenhafte Theilungen oder um ganz besonders auffallende Verschmälerungen handle. Aus ähnlichen, der Länge nach verlaufenden Faserzügen besteht fast die ganze Basis der Hinterhörner und der sich später daranschliessenden Partes reticulares.

Indem ich kurz einige hierauf bezügliche Thatsachen folgen lasse, erinnere ich zunächst an die auffallend breiten Nervenfasern der Vorderstränge, zum Theil auch der Seitenstränge, die fast immer von den Hintersträngen sich deutlich unterscheiden. Die Fasern der Vorder- und der grössten Masse der Seitenstränge gehören fast durchweg zu den breitesten, die überhaupt vorkommen. Den nächsten Unterschied bemerkt man in dieser Beziehung an dem innern Winkel der Seitenstränge, an der Stelle, wo Vorderhorn und Hinterhorn aneinander stossen, einer Stelle, die später an der Medulla oblongata als Formatio reticularis eine grössere Bedeutung gewinnt, aber auch

im grössten Theile des Rückenmarks von oben nach unten abnehmend vorhanden ist. Sie enthält sehr schmale Bündel, die sich in der Basis der Hinterhörner verlieren. Ganz besonders auffallend ist der Breitenunterschied der Fasern bekanntlich bei den Fischen, bei denen zwei Fasern sich durch ein riesenhaftes Volumen auszeichnen.

Verfolgt man das genannte Verhältniss bis zur Cauda equina, so wird es hier weniger deutlich. Was hier zunächst z. B. in den Vorder- und Seitensträngen auffällt, ist, dass sich auch schon Fasern breitesten Kalibers, aber in viel geringerer Zahl vorfinden, die dann nach unten ab-, nach oben zunehmen. Von weiteren Verhältnissen, die ich im Verlauf einzeln namhaft zu machen habe, nenne ich hier noch die Fasern der Pyramiden, die sich durch Schmalheit auffallend auszeichnen[1]); ebenso die Fasern der Oliven, die des Pons Varolii etc., alles Verhältnisse, über deren Richtigkeit der erste beste Durchschnitt belehren kann und mit deren Angabe auch nichts Neues gesagt werden soll.

Wenn man diesen Verhältnissen einen bestimmten Ausdruck zu geben versuchen will, so wird kaum ein Umstand hier von solcher Wichtigkeit sein, wie die Unterbrechung des Verlaufes von Nervenfasern durch Ganglienzellen und die Controle solcher Stellen, welche demnächst wieder als Fortsetzung des in solcher Weise unterbrochenen Faserverlaufes erscheinen. Ich habe die hierauf bezüglichen Fragen früher bei Besprechung der Ganglienzellen nur kurz, und nur die die Zellen selbst betreffenden Thatsachen berührt. Die genauere Antwort muss hier somit versucht werden.

Die bisherige, in ihren Grundzügen gewiss richtige Annahme denkt sich, dass die in die Centralorgane eingetretenen motorischen Nerven (ich spreche einstweilen nur von diesen, weil hier die Sache am unzweifelhaftesten ist) nicht ununterbrochen zum Gehirn weitergeführt werden, sondern zunächst in die grossen motorischen Ganglienzellen der Vorderhörner gelangen, und hier ein provisorisches Ende finden, durch dessen Vermittelung sie dann in bestimmten anderen Strängen, also z. B. den Vordersträngen, weitergeführt werden. Wie kommt eine solche Vermittelung zu Stande. Zu einer Zeit, wo man die Fortsätze einer Ganglienzelle schlechtweg als Axencylinder auffasste, nahm man diese Frage leicht; ein Fortsatz gehörte dem eingetretenen Nerven an, ein zweiter

---

[1]) Darin liegt z. B. der Beweis, dass die Pyramiden nicht ohne Weiteres als Kreuzung der Vorder- und Seitenstränge aufzufassen sind.

setzte sich in den entsprechenden Strängen als zum Gehirn leitende Faser fort, ja auch die übrigen Fortsätze liessen sich verwerthen, und es entstand unter Anderem das schematische Bild, welches Owsjannikow bei Fischen aufstellte, und was vielen Forschern durch seine scheinbare Natürlichkeit imponirte. Andere Forscher aber, welche in ihrem Urtheil zurückhaltender waren, konnten natürlich keine bestimmte Ansicht gewinnen, weil ihnen Axencylinder und Zellenfortsatz nicht schlechtweg gleichbedeutend waren, und weil sie auf Durchschnitten zu der Ansicht eines solchen vollständigen Ueberganges nicht gelangen konnten. So ist es gekommen, dass diese wohl erste aller Fragen, deren Beantwortung die Physiologie verlangen muss, sich auch noch nicht des ersten Anfanges einer zweifellosen Antwort hat erfreuen können. Durch das Remak'sche Princip, das ich oben adoptirt und für alle bis jetzt bekannten Zellen der Art bestätigen musste, hat die Frage einen ersten Anfang zur Umgehung möglicher Fehlerquellen gemacht, aber an Schwierigkeit eher gewonnen. Diese Schwierigkeit hat bisher nur M. Schultze beherzigt und durch eine Hypothese auszugleichen versucht, nach der sich vielleicht doch die feinsten Ausläufer einer Zelle wieder zu einer vollständigen breiten Axenfaser sammeln könnten. Eine andere Hypothese, die in Angaben anderer Forscher, z. B. Schröder van der Kolk's, mehr implicite wie bestimmt ausgesprochen liegt, würde von der Anastomose der Ganglienzellen ausgehen. Es würden demnach von verschiedenen Zellen einige ihren einzigen Fortsatz in die austretende Nervenwurzel, andere denselben in die aufsteigenden Stränge schicken, und die weitere Vermittelung würde in der Anastomose der Ganglienzellen gegeben sein. Dass diese Hypothese mit klaren Worten ausgesprochen ist, glaube ich nicht. Anastomosen kommen aber, wie ich anführte, in der angedeuteten Form nicht vor. Man muss daher auf andere Wege denken. Zunächst muss ich an die Spitze stellen, dass der ganze Weg, auf dem die gesuchte Vermittelung zu Stande gebracht wird, wohl nie in einem Bilde sichtbar sein kann, daher vielleicht hier trotz aller weiteren Erfahrungen ein grosser Theil der Erkenntniss hypothetisch bleiben muss. In meinen obigen Angaben, in welchen neben der genannten einen Hauptnervenfaser noch ein zweites, an der Ganglienzelle befestigtes Nervenfasersystem demonstrirt wurde, liegt, wie mir scheint, ein weiterer, wenn auch noch nicht genügender Schritt zur Erkenntniss. Setze ich die genannten Angaben als durchaus richtig voraus, so ergeben sich wieder zwei Möglichkeiten, zwischen denen, glaube ich, die directe Beobachtung kaum sicher wird entscheiden können. Man muss eben bedenken, dass an Schnittpräparaten der eine

Fortsatz fast nie oder sehr selten bis zu seiner endlichen Direction verfolgt werden kann. In der Medulla oblongata lässt sich an manchen Stellen allerdings der Uebergang in eine eingetretene Nervenwurzel beweisen, aber der Uebertritt eines Zellenfortsatzes in eine longitudinal verlaufende Faser ist ein Bild, auf welches man kaum mit Sicherheit wird rechnen dürfen. Wenn ich daher hier an mehrere Möglichkeiten erinnere, so habe ich wohl nicht den Vorwurf unnützer Hypothesen zu gewärtigen. Die Hypothesen würden gerechtfertigt sein, wenn sie auch nur dazu dienten, manche Autoren in dieser Frage von einem gar zu einfachen schematischen Bilde abzuhalten, und daran zu erinnern, dass hier auch positive Beobachtungen nach einer Richtung noch bei Weitem nicht alle anderen Möglichkeiten ausschliessen. Ich glaube aber zudem, dass sich in dieser Frage nie alle Hypothesen werden ausschliessen lassen, sondern dass die endgültige Lösung jedenfalls jenseits der Grenze anatomischer Untersuchung liegt. Der wesentlichste Unterschied in der Auffassung liegt zunächst darin, ob man sich eine Zelle an der Vermittelung betheiligt denkt, oder mehrere. Im letzten Falle würde das Verhältniss in der oben angeführten Weise zu denken sein, nur dass dann die Verbindung zweier Ganglienzellen nicht, wie man bisher annahm, durch die von mir sogenannten Protoplasmafortsätze, sondern durch anhängende echte Nervenfasern geschähe. Im Allgemeinen scheint mir ein derartiges Verhältniss unwahrscheinlich. Dagegen spricht zunächst, dass die Zellen an manchen Orten ausserordentlich weit auseinandergerückt erscheinen, und manche Zellen fast ganz vereinzelt liegen, die sicher in solchem nervösen Zusammenhang stehen, dagegen spricht aber ganz besonders die Anordnung des kleinen Gehirns, wo alle entsprechenden Zellen dieselbe Richtung und Anordnung zeigen, und man also beweisen kann, dass die Hauptnervenfortsätze aller Zellen dieselbe Direction zeigen. Hier würde also für diese Theorie der Verbindung von Ganglienzellen nichts gewonnen sein. Daher bleibt eigentlich nur die zweite Möglichkeit, dass eine Ganglienzelle die ganze Vermittelung übernehme, und dass daher das zweite von mir beschriebene anhängende nervöse System nicht blos einer Verbindung von Zellen untereinander, sondern wirklich schon der Leitung nach dem Gehirn oder nach einer anderen Richtung hin dienen müsse. Es bleibt daher für diesen Fall die Nothwendigkeit, dass die beiden Systeme an einer Ganglienzelle befestigter Nervenfäden verschiedene Richtung besitzen. Da diese Fäserchen nun in den meisten Fällen einzeln nicht direct verfolgt werden können, so folgt auch für diese nicht, dass eine Möglichkeit alle ihre Functionen einschliesse. Bleiben

wir zunächst bei dem vorliegenden Falle, so lässt sich zunächst die Möglichkeit denken, dass Fäserchen der Art sich allmälig verdicken und dadurch allmälig zu solch voluminösen Fasern werden, wie wir sie in den entsprechenden Strängen vorfinden, oder die Möglichkeit, dass sich viele derselben entweder direct oder unter allmäligen Verbindungen (Theilungen) zu einer dicken vollständigen Nervenfaser sammeln. Unter diesen Möglichkeiten bin ich für die letzte, zunächst aus dem Grunde, weil Theilungen sich oft beobachten lassen, dann aber auch desshalb, weil Annahmen der ersten Art die ganze Bahn des Stromgebietes nach dem Gehirn vergrössern würden, was gewiss mit der ganzen Anordnung des Rückenmarks schlecht stimmt. Ich schreibe nur diesen feinsten Fäserchen die angegebene Bedeutung nicht allein zu, für die sie vielleicht auch in zu grosser Anzahl vorhanden sind. Zunächst könnte ein derartig vergrössertes Stromgebiet die Möglichkeit bieten, dass die Bahn centripetal mit verschiedenen Stellen in Verbindung gebracht werde, also z. B. dass von einer Zelle aus Bahnen der Art in die Vorderstränge beider Seiten und auch in die Seitenstränge geführt würden. Dann aber, und das möchte ich besonders betonen, steht Nichts im Wege, dergleichen Fasern auch für sensible zu halten, und in dieser Verbindung sensibler und motorischer Elemente das Substrat der Reflexwirkung zu sehen.

Aus den vorgeführten Bemerkungen lassen sich, wie mir scheint, trotz allem Hypothetischen einige Schlüsse herleiten, die für die uns beschäftigenden Fragen nicht ohne Bedeutung sind. Es folgt, dass wenn Nervenmassen mit Ganglienmassen in Verbindung treten, sie hierdurch zunächst eine Ablenkung von ihrer bisherigen Stromrichtung erfahren, entweder nach einer oder nach mehreren Richtungen, und dass dabei das Stromgebiet je nach der Richtung, welche die Bahn genommen hat, je nach centripetaler oder centrifugaler Leitung entweder erweitert oder verkleinert werden kann, ja es kann endlich hier auch die Bedingung zur Verbindung heterogener Elemente gegeben sein, die man sich dann aber, wie gesagt, nicht als einfache Verbindung von gangliösen Elementen wird zu denken haben. Bei allen diesen Verhältnissen scheinen anfangs beträchtliche Unterschiede in der Dicke der Nervenfasern vorzuliegen, die aber durch allmälige Verdickung durch Verbindung von Faserzügen untereinander wieder verschwinden können.

Im Einzelnen lassen sich dergleichen Erwägungen weiter ausführen; ich werde nicht vorgreifen, sondern bei der Betrachtung der Einzelheiten näher darauf eingehen. Ziehe ich nun aus dem Gesagten die Schlüsse, soweit sie für die Frage, von der ich ausging, wichtig

sind, so folgt daraus zunächst, dass innerhalb der Centralorgane Abweichungen in der Breite der Primitivfasern nicht in Zufälligkeiten begründet liegen; dass es aber ebenso wenig specifische Unterschiede gibt, wohl aber, dass eine Reihe von Unterschieden durch die verwickelten Bahnen der Nervenfaserzüge begründet sind, bei denen die Zellen eine Hauptrolle spielen, und bei denen es zu Theilungen, Verbindungen und dergleichen kommen kann. Gerade die charakteristischen Veränderungen und Verwickelungen im Verlaufe, die Unterbrechung durch Ganglienmassen, sind wie es scheint immer mit Veränderungen im Durchmesser der Nervenfaser verbunden. Diese Veränderungen sind bei verschieden functionirenden Fasern nicht die gleichen, und daher müssen an bestimmten Orten Unterschiede zwischen verschieden functionirenden Theilen auftreten, die sich aber an anderen Orten wieder ausgleichen. Bei der Betrachtung der Einzelheiten wird dieser Satz seinen genauen Beweis wie auch seine Verwerthung finden.

V.

BEMERKUNGEN

ÜBER DIE

ORGANISATION DES RÜCKENMARKES.

Die nachfolgenden Bemerkungen machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wie ich am Eingang erwähnte, war das eigentliche Ziel meiner gegenwärtigen Untersuchung die Medulla oblongata, und nur soweit es zum Verständniss dieser letzteren nothwendig war, habe ich die Untersuchung benachbarter Theile und vor Allem des Rückenmarks nicht ganz umgehen können.

Niemand wird läugnen wollen, dass unsere Kenntnisse über die Anordnung der Elemente im Rückenmark sich noch in den allerersten Anfängen befinden und dass, ganz abgesehen von allem inneren physiologischen Verständniss, selbst über solche Fragen noch nicht die geringste Einigung erzielt ist, welche schon allen bisher üblichen Untersuchungsmethoden zugänglich gewesen sind, und bei denen sich mit relativer Leichtigkeit, wenn auch nicht immer die inneren Verhältnisse selbst darlegen, so doch feststellen lassen müsste, wie weit gegenwärtig die Untersuchung überhaupt möglicherweise wird gehen können. Wenn man dergleichen erwägt, so wird man zu dem Schluss gedrängt, dass es nicht bloss anatomische Erfahrungen oder anatomische Irrthümer gewesen sind, welche den jetzigen verworrenen Zustand unserer Kenntnisse nach sich zogen, sondern dass vielmehr die gleichzeitige Berücksichtigung verschiedenster Untersuchungsmethoden, des physiologischen Experimentes,

der klinischen Beobachtung, auch wohl der vergleichenden Anatomie manche aprioristische Annahme mit sich geführt hat, die, wenn sie mit den anatomischen Ergebnissen scheinbar nicht stimmte, den Stand der Kenntnisse nur noch verwickelter machte. So ist es denn gegenwärtig sogar schwer geworden, überhaupt eine verständliche Uebersicht über die Ansichten der Autoren und also über den gegenwärtigen Stand der Frage zu gewinnen, und auseinander zu halten, was einer vorgefassten physiologischen Meinung entspricht und was einer entschieden anatomischen Beobachtung seinen Ursprung verdankt. Man kann, meine ich, nicht genug darauf aufmerksam machen, wie man sich hier im Einzelnen die Verhältnisse nicht complicirt genug, für jede Provinz die Möglichkeiten nicht mannigfaltig genug vorstellen kann, und wie auf der anderen Seite auch physiologische und pathologische Thatsachen meist eine so grosse Reihe von möglichen anatomischen Substraten in sich schliessen, dass eine directe anatomische Verwerthung nur mit der grössten Vorsicht gemacht werden darf. Braucht es etwa durch Angaben noch erst bewiesen zu werden, wie auf physiologische Reflexionen hin hier anatomische sogenannte Thatsachen entstanden sind, über die eine ruhige, vorurtheilsfreie Beobachtung nichts hätte wissen dürfen. Als z. B. die Reflexerscheinungen eine sichere physiologische Grundlage gewonnen hatten, entstand zunächst das noch bescheidene excitomotorische Fasersystem Marshal Hall's als vorsichtige Hypothese, aber gleich daran schlossen sich sogenannte wirkliche Beobachtungen über Verbindungen sensibler und motorischer Elemente, die Wagner, Schröder van der Kolk etc. hinstellten und die von Anderen, z. B. Funke, mit grösster Bestimmtheit ohne Weiteres als über alle Zweifel erhabene anatomische Thatsachen acceptirt wurden. Oder braucht daran erinnert zu werden, wie auf physiologische Experimente die Annahme von Kreuzungen, in gewissem Sinne eine leicht zu lösende anatomische Controverse, bald bejahend, bald verneinend beantwortet wurde, oder wie Schiff eine fast vollständige Theorie über den Faserverlauf des Markes hinstellt auf physiologische Experimente gestützt, deren Misslichkeiten ihm gewiss ebenso unzweifelhaft sein mussten, wie jedem Anderen. Man wird mir nicht die Absurdität zutrauen, derartigen Wegen ihre Bedeutung abzusprechen, aber das werden die Meisten sicher zugeben, dass wenn die Verwerthung physiologischer Annahmen nicht mit grösserer Vorsicht und mit gewissenhafterer Benutzung der wirklich vorliegenden anatomischen Thatsachen geschieht, wie von manchen heutigen Autoren, es jedenfalls besser sei, sich einstweilen auf eine anatomische Methode zu verlassen. Auch hier wird natürlich

die erste Aufgabe sein, die Fehlerquellen und die Tragweite jeder Methode genau zu erkennen, jeder Möglichkeit bei Erklärung einer anatomischen Thatsache ihr Recht zu gönnen; aber innerhalb der Grenzen solcher Cautelen werden dann doch fehlerfreie Resultate entspringen müssen.

Die physiologische Theorie verlangt hier als anatomische Grundlage eine Uebersicht über den Gesammtverlauf aller in das Mark eingetretenen Faserzüge, ihr Verhältniss zu den Zellen, ihr mögliches Verhältniss untereinander, ihre etwaigen eigenthümlichen anatomischen Veränderungen und ihr Verhältniss zu den Strängen, welche als mehr oder weniger directe Leitungsbahnen zum Gehirn aufgefasst werden dürfen. Wir fragen, wie weit gestatten derartige Fragen nach dem jetzigen Stand der Kenntnisse eine Beantwortung. Den meisten bisherigen Angaben liegt zunächst das folgende Schema zum Grunde: Die Masse des Rückenmarks erscheint in zwei sogenannte Seitenhälften zerlegt, die in der Mitte verbunden sind. Auf die mittlere Brücke reicht also eine vordere und eine hintere Incisur, und sie selbst wird in ihrer Mitte durch einen Längscanal — den canalis centralis — durchbrochen. Zwischen diesem Canal und einer jeden Incisur erscheint demnach eine Verbindungsbrücke zwischen beiden Seitenhälften, die als vordere oder hintere Commissur bezeichnet werden. In beiden Seitenhälften sind graue und weisse Substanz in der Art angeordnet, dass die erste den inneren Kern bildet und von der Mitte aus schräg nach hinten und vorn ein Blatt aussendet, wodurch in beiden Hemisphären die bekannte Form eines liegenden Kreuzes entsteht, dessen Theile als vorderes und hinteres Horn bezeichnet werden. Um den grauen Kern herum gruppirt sich die weisse Substanz, die von den eintretenden Nervenwurzeln durchbohrt wird, welche zu dem vorderen und hinteren Horn der grauen Substanz ziehen, und die dadurch also die weisse Masse jeder Seite in drei Abtheilungen zerlegen, vordere, seitliche und hintere Stränge genannt. Die vordere Commissur begreift noch einen Theil der weissen Substanz in sich, es gibt also hier eine weisse und graue Commissur, während die hintere Incisur bis direct auf die graue Substanz herabreicht, also nur eine graue Brücke übrig lässt. Die elementare Anordnung im Allgemeinen ist die, dass die Rückenmarksnerven durch weisse Massen in die graue Substanz eindringen, hier in irgend einer Weise mit den Elementen dieser Substanz in Verbindung gebracht werden, um dann durch deren Vermittelung in die weissen Stränge einzutreten und hier zum Gehirn weiter geleitet zu werden.

Diesem allgemeinsten Schema, dessen Einzelheiten ich einstweilen unberührt lasse, stehen schon mannigfache Erwägungen entgegen, zum Theil sogar bestimmte Angaben einzelner Autoren. Volkmann hat wie man weiss die Ansicht aufgestellt, die so vielfache Bewegung für und gegen sich hervorrief und die trotzdem bis zu diesem Augenblick sich nur unwesentlich über ihren früheren Standpunkt erhoben hat, dass nämlich die dem Rückenmark zugeführten Nervenbahnen zum Theil hier ihr Ende finden, und nur zu einem anderen Theile wirklich bis zum Gehirn weitergeleitet werden. Der Beweisgrund, den er nahm und der vielfach wiederholt worden ist, war der, dass vergleichende Messungen des Markes an verschiedenen Stellen und ebensolche der eingetretenen Wurzeln unternommen wurden, und aus diesen mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Dicke der grauen und weissen Substanz ein Schluss gezogen wurde. Die Antworten auf solche Versuche sind verschieden ausgefallen. Wenn auf diesem Wege eine positive Antwort zu erlangen wäre, dann wird Niemand leicht im Zweifel sein, die Angaben Stilling's für am meisten maassgebend zu halten, die auf so bewunderungswürdigen Fleiss gebaut sind, dass man nur bedauern kann, diesen nicht einer passenderen Frage zugewendet und daher besser belohnt zu sehen. Die genannten Versuche setzen voraus, dass die betreffenden zum Gehirn leitenden Stränge als eine, wenn auch indirecte, so doch unveränderte Fortsetzung der eingetretenen Wurzeln aufzufassen sind, ganz abgesehen davon, dass der erste Urheber der genannten Lehre wohl überhaupt nicht für alle Nervenfasern einen Zusammenhang mit Zellen oder eine Unterbrechung durch Zellen für nöthig hielt, also eine ganz directe Leitung zum Gehirn annahm. Das letztere ist gegenwärtig so unwahrscheinlich geworden, dass die Möglichkeit durchweg ignorirt zu werden pflegt. Nach den oben gegebenen Erfahrungen dürfen die genannten Vorbedingungen, auf denen die Methode fusst, in dieser einfachen Weise unmöglich angenommen werden, und damit wird dem Verfahren jede Grundlage genommen. Die Stränge des Markes sind nicht ohne Weiteres als ganz einfache Fortleitungen der eingetretenen Fasern aufzufassen, sondern abgesehen von allen noch nebenbei möglichen Verwickelungen ist das centripetale System von Anfang an von dem centrifugalen verschieden und jedenfalls noch möglicherweise mannigfachen Verschlingungen unterworfen. Theilungen resp. Verbindungen der mannigfachsten Art, Veränderungen der Durchmesser kommen hier vor, und müssen die Resultate der genannten Methoden verdächtigen. Es kommt dazu, dass jedenfalls auch die weisse Substanz nicht allein die leitende ist,

sondern dass jedenfalls ein grosser Theil von Faserzügen, wenn auch viellcicht nicht beständig, in der grauen Substanz weitergeführt wird. Auf solche Weise verliert also die genannte Mehode die nothwendigsten Voraussetzungen und sie wird verlassen werden müssen, um eine Frage von solcher Wichtigkeit allein zu entscheiden. Ich sehe dabei natürlich ganz ab von der grossen Reihe der Fehlerquellen, welche die Methode in sich schliesst, auch wenn die genannten Verhältnisse nicht wären; man kann kaum zweifeln, dass in derartigen rein technischen und sonst weniger wesentlichen Fehlerquellen ein Theil der bisherigen Verschiedenheiten der Resultate gelegen ist.

Meine Beobachtungen nöthigen mich also den obigen Satz durch Angaben, wie sie auf der Volkmann'schen Methode basiren, für nicht erschüttert anzusehen. Eine andere Entgegnung ist aber in folgender Weise, wie ich schon oben erwähnte, möglich; man kann annehmen, dass nicht alle eingetretenen Wurzelfasern mit Zellen der grauen Substanz in Verbindung treten, sondern bloss im Bogen diese Substanz durchbrechen, um sich dann direct in die weissen Stränge zu begeben und in diesen centripetal fortzusetzen. Gegen solche Möglichkeit ist, soweit ich sehe, nur die allgemeine Unwahrscheinlichkeit anzuführen, dass das allgemeine Schema eine solche Abweichung erleide; die directe Beobachtung kann darüber unmöglich entscheiden. Die Bogen, die die eingetretenen Wurzelfasern machen können, sind nach allen Seiten hin so gross, dass man in dieser Beziehung eine positive Beobachtung nicht erwarten darf, und dass jedenfalls das Fehlen derselben die genannte Annahme nicht widerlegt.

Eine zweite Frage ist die nach dem Verhältniss der grauen Substanz zu den aufsteigenden Fasern. Man war früher ohne Weiteres gewohnt, die weisse Masse und nur diese als Leiter der Bahnen zum Gehirn anzusehen, und es klang Vielen wie eine kaum beachtenswerthe Hypothese, als Schiff, auf physiologische Experimente gestützt, die graue Masse als die Hauptleitungsprovinz der sensibeln Faserzüge hinstellte. Ich glaube, wie nachher auseinanderzusetzen, dass Schiff jedenfalls theilweise Recht hat, wenn auch die in der grauen Masse aufsteigenden Fasern dieselbe viellcicht später wieder verlassen. Jedenfalls liegt auch in dieser Möglichkeit wieder ein Einwand gegen die Volkmann'sche Methode. Die Nervenfasern der grauen Substanz besitzen ein ausserordentlich schmales Kaliber und die Vernachlässigung derselben muss, da die Schätzung nur nach Messungen aus der weissen Masse genommen wurde, eine neue Fehlerquelle einführen, die um so beträchtlicher ist, je mehr die eintretenden hinteren Ner-

venwurzeln und die Fortsetzungen derselben in den Hintersträngen differiren.

Den ersten Satz eines Rückenmarksschemas möchte ich demnach so formuliren, dass die in das Rückenmark eingetretenen Wurzeln die weisse Substanz durchsetzend in die graue eintreten, hier wahrscheinlich alle früher oder später mit Zellen in Verbindung treten, und durch Vermittelung dieser mit Fasern in Zusammenhang gebracht werden, welche die Leitung der Bahnen zum Gehirn übernehmen. Diese Faserzüge bilden zunächst die Massen der weissen Substanz mit Ausnahme der sie durchsetzenden Wurzelfasern und des einschliessenden Bindegewebes, sie verlaufen aber wohl auch zum Theil in der sogenannten grauen Masse. Eine Endigung von Wurzelfasern in der grauen Substanz findet daher nicht statt, wohl aber kann die Unmöglichkeit nicht stricte bewiesen werden, dass nicht vielleicht manche Fasern bloss an den Zellen der grauen Masse vorbeigehen, und unmittelbar in die leitenden centripetalen Bahnen eintreten. Glaubwürdig wird letzteres indess so leicht Niemandem sein.

Was die Einzelheiten des genannten Schemas anbetrifft, so werde ich zunächst die Angaben der Autoren möglichst kurz zusammenstellen und die Frage daran knüpfen, wie weit dieselben einen positiven Beweis gestatten.

1. Die weisse Substanz erscheint allen Forschern bloss als eine Summe aufsteigender Fasern, die nur durch die sie durchsetzenden eintretenden Wurzelstränge unterbrochen werden. Die Fasern werden von einem bindegewebigen Maschenwerk eingeschlossen, das auf dem Durchschnitte schon für das blosse Auge die bekannte reticulirte Zeichnung darbietet. An einzelnen Stellen ist das Bindegewebe sogar ziemlich massenhaft mit grauem Anschein (Kölliker).

2. Die aufsteigenden Fasern der weissen Substanz zeigen in den verschiedenen Strängen verschiedenes Kaliber. Die Angaben Stilling's und Kölliker's stimmen nicht vollständig überein, und so konnte in den Thatsachen kein gesetzmässiges Princip gefunden werden.

3. Die weissen Stränge geben allerwärts viele Fasern an die graue ab, welche theils direct, theils nach vorheriger Kreuzung sich in dieser verlieren (Kölliker, Stilling, Clarke etc.).

4. Nach Lenhossek giebt es ausser diesen ein besonderes System radiärer Fasern, welche die weissen Stränge in bedeutender Zahl durchsetzen und an der Pia mater sich ausbreiten, wo sie die Purkinje'schen Plexus bilden (??).

5. Als Verbindung der weissen Masse beider Hemisphären erscheint die sogenannte weisse Commissur an dem Centralcanal gelegen. Die Fasern der weissen Commissur sind nach Bidder und seiner Schule eine bindegewebige Ausstrahlung der Pia mater, nach Kölliker, Schroeder van der Kolk ächte dunkelrandige Nervenfasern.

6. Die graue Substanz bildet zunächst ein bindegewebiges Stroma, in welchem die nervösen Theile eingebettet liegen (Bidder und Alle nach ihm).

7. Ausser dem bindegewebigen Gerüste enthält sie von nervösen Elementen nur die bekannten grossen Nervenzellen, deren Ausstrahlungen die Verbindungen mit den Wurzeln, mit dem Gehirn und untereinander herstellen (Bidder).

8. Fast alle Anderen schreiben dem bindegewebigen Stroma noch zahlreiche Nervenfasern von verschiedenem Kaliber und complicirter Verschlingung zu, und auch Ganglienzellen verschiedener Grösse und Ausbildung (Kölliker, Stilling, Clarke etc).

9. Die grobe Anordnung betreffend, so wird in der grauen Substanz zunächst eine stärkere bindegewebige Ansammlung angenommen, die um den Centralcanal liegt, mehr faseriges Ansehen hat und in welche die Fortsätze der durch beide Incisuren eintretenden Pia mater und Fortsätze des Epithels des Centralcanals sich einsenken. Diese Masse führt den Namen der Substantia gelatinosa centralis. Ausserdem wird ein etwas unterschiedenes Ansehen in der Peripherie der Hinterhörner bemerkt, welche ebenso wie die genannte Substanz etwas gallertig Durchscheinendes behält, und Substantia gelatinosa Rolandi genannt wird. Ausserdem kann man eine mehr gleichförmige Anordnung der grauen Masse annehmen, nur in der Dorsalpartie erscheint an der Basis der Hinterhörner in der Nähe des canalis centralis, eine kleinere Abtheilung, die sich auf dem Durchschnitt eigenthümlich unterscheidet, und aufsteigende Nervenbündel und kleine Zellen enthält. Sie hat den Namen der Stilling'schen Kerne von Kölliker erhalten.

10. Bezüglich der weissen Substanz wird angenommen, dass die Vorderstränge bloss Leiter motorischer Bahnen zum Gehirn, die hinteren bloss solche sensibler darstellen, während an den Seitensträngen beide Arten Theil nehmen. Von Einzelnen wird der Uebergang sensibler Bahnen in die Seitenstränge geläugnet (Jacubowitsch), von anderen wird eine Theilnahme motorischer Bahnen an den Hintersträngen angenommen (Schiff).

11. Die vorderen Wurzeln durchsetzen in mehreren Bündeln die weisse Substanz und strahlen in der grauen angekommen nach verschiedenen Seiten aus, um sich sammt und sonders in die grossen Zellen einzusenken, welche in den Vorderhörnern angetroffen werden (Schröder, Bidder und fast alle Anderen, ohne dass, wie Kölliker mit Recht bemerkt, ein allgemeingültiger Beweis bisher gegeben war; daher die zweifelhaften Angaben Kölliker's, der aber auch einen solchen Zusammenhang nicht mehr läugnet).

12. Die Ganglienzellen sind in Form einzelner Haufen in den Vorderhörnern angeordnet, welche durch Bindemasse und durchsetzende Faserzüge getrennt sind, und welche durch Anastomosen der Ganglienzellen ebenso viele zu entsprechender Function unter einander verbundene Systeme bilden (Schröder van der Kolk). Diese Ganglienzellen können bis in die Basis der Hinterhörner hinabreichen.

13. Aus der grauen Masse der Vorderhörner erheben sich dann Faserzüge, die in die weisse Masse eintreten und die fortgesetzte Leitung der eingetretenen vorderen Wurzeln darstellen.

14. Diese Faserzüge gehen aus den beschriebenen Ganglienzellen hervor, die also jede für sich eine solche Vermittelung übernehmen (Bidder, Schröder van der Kolk). Ein solches Verhältniss ist nach Anderen bisher wenigstens nicht zu beobachten gewesen (Kölliker, Goll etc.).

15. Auf diese Weise stellen dann zunächst die Seitenstränge fortgesetzte Leitungen derselben Seite dar (Alle übereinstimmend); die Vorderstränge entweder durchgehends Leitungen derselben Seite (Bidder und Alle, welche die vordere Commissur für rein bindegewebig halten), oder Leitungen nur der entgegengesetzten Seite (Kölliker und Alle, welche eine totale nervöse Kreuzung hier annehmen), oder endlich gemischte Leitungen derselben und der entgegengesetzten Seite (Schröder).

16. Die Fortsätze der Ganglienzellen der Vorderstränge stehen ausserdem mit von hinten kommenden sensibeln Faserzügen in Verbindung, wodurch das anatomische Substrat der Reflexerscheinungen gegeben ist (Bidder und in etwas unklarer Weise Schröder, der noch eine Betheiligung von anderen Zellen hier annimmt).

17. Die Hinterwurzeln gehen entweder direct oder nach einer kurzen Biegung durch die Hinterstränge in das graue Horn von der Seite herein, und setzen sich hier in einzelnen getrennten Bündeln

fort, die bis in die Basis oder die Mitte des Hornes verfolgt werden können. Ein Zusammenhang der Fasermassen mit den kleinen in den Hinterhörnern befindlichen sogenannten sensibeln Zellen ist nicht zu beobachten gewesen (Kölliker), während er von Anderen angenommen wird (Schröder). Die Basis des Hornes erscheint auf Querschnitten als ein Haufen dunkler unregelmässiger Flecken, die nichts weiter sind, wie die Durchschnitte longitudinaler Bündel feinster Fasern. Mehr oder weniger direct sind nun Faserbündel sowohl aus diesen longitudinalen Massen als von den Wurzeln aus nach den Hintersträngen sowie in die hintere graue Commissur zu verfolgen, auch wohl in die Seitenstränge; andere können aufsteigend bis zu den Vorderhörnern verfolgt werden, wo sie zum Theil mit den sogenannten Stilling'schen Kernen verbunden zu sein scheinen, zum anderen Theil nicht sicher weiter verfolgt werden konnten.

Auf genauere Beschreibungen, welche das Princip nicht berühren, ebenso wie auf die Verschiedenheiten in den verschiedenen Abtheilungen des Rückenmarkes werde ich für diesmal nicht näher eingehen. Es mag eine Fortsetzung dieser Mittheilungen vorbehalten sein. Die einzelnen genannten Punkte aber möchte ich etwas eingehender kritisch beleuchten.

Ich schicke der Besprechung über die Theorie des Faserverlaufes einige Bemerkungen über die Ordnung der Gewebe in den betreffenden Theilen voraus. Was zunächst die weisse Substanz betrifft, so habe ich im Allgemeinen den bisher bekannten Thatsachen wenig hinzuzusetzen. In Betreff des Massenverhältnisses der einzelnen Abschnitte derselben in den verschiedenen Provinzen darf wohl auf Stilling verwiesen werden. In Betreff des Uebertritts von Nervenfasern aus der grauen Substanz in die weisse kann genauer bemerkt werden, dass alle Bindegewebszüge, welche von der Pia mater aus die weisse Substanz durchsetzen und zur grauen hinreichen und das bekannte Netzwerk erzeugen, als Träger von transversal gerichteten dunkelrandigen Fasern aufzufassen sind. Hinsichtlich deren kann man die merkwürdige Beobachtung machen, dass diese durchweg schmaler sind wie die Mehrzahl der in der weissen Substanz longitudinal gerichteten Fasern, man findet indessen auch deren, besonders in den Vordersträngen, welche schon die volle Breite einer eintretenden Wurzelfaser oder einer in den Vordersträngen longitudinal gerichteten besitzen.

Eine directe Umbiegung einer solchen Querfaser in eine Längsfaser ist leichter als nothwendig hinzustellen wie in continuo zu beobachten. Der Beweis, dass diese Fasern sämmtlich in allen Strängen nur sol-

che seien, welche aus der grauen in die weisse Substanz eingetreten sind, ist nicht gegeben. Es folgt wohl durch Nichts, dass die Bahn der Fasern in den Strängen zum Gehirn als eine nicht mehr weiter unterbrochene aufzufassen sei; die mannigfachen Wechsel der Ausdehnung, den auch die weisse Substanz ähnlich wie die graue an verschiedenen Stellen zeigt, spricht gar sehr dagegen. Auf die Varietäten der Durchmesser der Fasern habe ich schon vorhin ein grösseres Gewicht gelegt. Untersuchungen der Art haben gewiss eine grössere Zukunft. Wer über die Thatsache zweifelhaft sein sollte, oder etwas Unwesentliches, Zufälliges in ihr vermuthen sollte, den bitte ich, was bisher noch nicht genau geschehen ist, die Uebergangsstelle des Rückenmarks in die Medulla oblongata da zu untersuchen, wo sich eben in den Hintersträngen die sogenannten Goll'schen Keilstränge abgesondert haben. Ich bitte dann diese, die eine auffallende Gleichmässigkeit in dem Durchmesser fast sämmtlicher Fasern zeigen, mit den entsprechenden Vordersträngen zu vergleichen. Dann erkennt man einen Unterschied, der kaum erst durch Zahlen bewiesen zu werden braucht und der unmöglich in zufälligen Verhältnissen seine Ursache haben kann; oder man vergleiche die innerste Partie der Seitenstränge, die portiones reticulares, mit den äusseren derselben Stränge. Es scheint mir sehr wichtig, dass diese Verhältnisse genauer ins Auge gefasst werden als bisher geschehen ist. Sie müssen immer wichtiger werden, wenn es sich als richtig herausstellen sollte, wofür schon jetzt so Vieles spricht, dass manche Axencylinder, also besonders die grossen, als eine Summe, ein Conglomerat, eine Anzahl secundärer aufzufassen sind.

Verhältnisse dieser Art dürfen einstweilen auch nicht beim Menschen untersucht werden, weil hier die Verhältnisse nicht so evident sind, die Grössenunterschiede nicht so weit auseinanderliegen, aber nicht fehlen; ich mache darauf besonders aufmerksam, weil wohl die meisten Sectionen die verschiedenen Theile nicht so frisch liefern, wie es zu solchen Vergleichungen absolut nothwendig ist und daher fehlerhafte Resultate folgen müssen. Was die Art der Messung betrifft, so müssen frische Zerzupfungen mit imbibirten Schnittpräparaten verglichen werden; die Letzteren, weil sie weit schärfere Bilder geben als bloss erhärtete, in Glycerin aufbewahrte Durchschnitte. Die Fehlerquellen, die hier Kölliker in der Methode sieht, kann ich so gross nicht finden, und wenn sie es auch wären, so würden, wie ich schon oben bemerkte, alle Theile gleichmässig verändert und müsste daher der Vergleich doch gerechtfertigt sein. Sich bloss auf isolirte Ner-

venfasern zu verlassen möchte ich nicht rathen, weil hier jedenfalls das grösste Gewicht auf den Axencylinder zu legen ist, dessen Breite nicht immer mit dem Durchmesser der ganzen Faser gleichen Schritt hält. Das Auffallendste der hier wichtigen und verwerthbaren Verhältnisse liegt nicht in der Bestimmung der grössten Breite, die die Fasern in einem Strange haben können, oder in einer mittleren Durchschnittszahl. Wenn auch auf dergleichen ein Werth zu legen ist, indem sich in dieser Beziehung Vorder- und Hinterstränge nicht gleich verhalten, so kommen doch auch in den letzteren ebenso breite Formen vor, wie sie in den Vorder- und Seitensträngen nur gefunden werden können. Das Wesentliche liegt hier ausser den genannten Punkten in der Bestimmung des ungefähren gegenseitigen Mengenverhältnisses. Ich führe nur einige dieser Angaben an, da eine genauere Durchforschung für diesmal meinem Plane fern liegt und auch mehr Zeit in Anspruch nimmt, als ich gerade dieser Frage für jetzt habe widmen können. Ich finde also die Vorderstränge durchweg durch die breitesten Primitivbündel ausgezeichnet, und was die Hauptsache ist zum grössten Theil aus solchen bestehend. Damit soll also nicht gesagt sein, dass kleine und kleinste absolut fehlen. In den Seitensträngen hat man zu unterscheiden die äussersten peripherischen von den inneren, die den Vordersträngen zunächst gelegenen von den jenseitigen und besonders von den dem Winkel angrenzenden, welche um die von Jacubowitsch sogenannten seitlichen Nebenhörner sich finden. Schon aus dem Grunde ist es nicht gerechtfertigt, Vorder- und Seitenstränge in einem Schema zusammenzufassen, wie es auch Jacubowitsch will. Durch schmale Bündel sind hier ausgezeichnet die innersten Partien und besonders diejenigen, welche gewissermaassen in der grauen Substanz liegen und sich unmittelbar an die Clarke'schen aufsteigenden Colonnen anreihen. Die grösste Gleichmässigkeit der breiten Bündel findet man mehr gegen die Peripherie hin, während sie ganz nahe der Peripherie durch schmale Züge durchsetzt erscheinen. Dasselbe Verhältniss in ausgesprochenstem Maasse wird dann endlich in den Hintersträngen gefunden. Am Auffallendsten, wie gesagt, sind dergleichen Verhältnisse in den von Köliker als Goll'sche Stränge bezeichneten Partien des Anfangs der Medulla oblongata, welche nicht nur durch relativ bedeutende Schmalheit, sondern durch eine auffallende Gleichmässigkeit fast sämmtlicher Bündel ausgezeichnet sind. Ich füge, um Alles dies schon einigermaassen zu erläutern, einige Messungen und Zählungen an, die also nur auf das Princip aufmerksam machen und zu weiteren Untersuchun-

gen veranlassen möchten. Von Stilling, Goll, Kölliker sind hier schon schätzenswerthe Beiträge geliefert, die aber mehr eine Seite der Frage berühren und daher wohl nicht ausreichen dürften.

(Die Zahlenangaben fehlen.)

Was nun die allgemeinen Verhältnisse der grauen Substanz angeht, so habe ich zunächst der Bindegewebsfrage zu gedenken. Ich erwähne hier vor Allem, dass man den Antheil des Bindegewebes an ersterer doch etwas überschätzt hat. Man muss der grauen Substanz ein vollständiges bindegewebiges Gerüst zuschreiben, aber an fast allen Stellen ist dies doch so von kreuz und quer sich verschlingenden nervösen Faserzügen aller Art durchsetzt, dass das Bindegewebe nur an wenigen Stellen etwas massenhafter erscheint. Dies Verhältniss ist zum Theil schon mit blossem Auge erkennbar. Ich führte schon oben an, dass, wie man an dem reinsten Schema, der Rindensubstanz des kleinen Gehirns, erkennt, das Bindegewebe der Centralorgane in ganz reiner Form fast immer etwas Gelatinöses im äusseren Ansehen hat, welche Eigenschaft es immer mehr verliert, je mehr es eine faserige Structur annimmt, oder je mehr es von mannigfach sich kreuzenden dunkelrandigen Nervenfasern durchsetzt wird. Daraus folgt also, dass man eine solche reine Form nur in der Subst. gelatinosa Rolandi oder in der Nähe des Centralcanals vor sich hat. Blosse Zellen verändern das gelatinöse Aussehen nicht, und fällt es mir also nicht bei, die sensibeln Zellen jenseits der Subst. gelatinosa zu verlegen.

Ueber Menge und Natur des Bindegewebes hier ist auf Schnittpräparaten nicht wohl allein ins Reine zu kommen, besonders da solche die Masse feinster Nervenfäserchen, welche hier sehr reich vertreten sind, fast ganz unsichtbar machen. Man kann also aus jedem Theil der porösen Bindemasse freie oder von wenig Protoplasma umgebene Kerne isoliren; in grösster Menge und am leichtesten aber aus Stücken der Substantia gelatinosa Rolandi. Ziemlich leicht wird sich hier Jeder von der Beschaffenheit dieser Bindegewebskörper, wie ich sie oben geschildert habe, überzeugen können.

Eine etwas andere Beschaffenheit gewinnt die Bindemasse in nächster Nähe um den Centralcanal. Hier ist längst beschrieben und leicht zu finden ein mehr oder weniger voluminöser faserig erscheinender Ring um den Centralcanal, der sich nach allen Seiten in der grauen Masse meist unmerklich verliert. In diesen Ring (Substantia gelatinosa centralis oder centraler Ependymfaden) ragen sowohl Fortsätze der Epi-

thelzellen des Centralcanals hinein als auch faserige Züge von den beiderseitigen Einsenkungen der Pia mater, welche durch die Incisuren hineintritt. Ueber diese Partie ist nicht so ganz leicht ins Klare zu kommen; die Elemente derselben hängen zu dicht aneinander, um leicht isolirt werden zu können. Gelingt dies aber, so kann man die scheinbaren Kerne in Form der eben beschriebenen Bindegewebskörperchen, nicht aber als so voluminöse Zellen, wie sie Kölliker abbildet, isoliren. Die Stränge solcher Zellen verflechten sich mannigfach und stehen, wie mir scheint, mit den hineinragenden Fortsätzen der Epithelialzellen in Verbindung, ebenso wahrscheinlich auch mit solchen von der Pia mater. Es ist mir nicht vollkommen gelungen zu entscheiden, ob der ganze fascrige Anschein dieser Gegend bloss auf Rechnung dieser Zellenausläufer zu schreiben ist; ich möchte es indessen für wahrscheinlich halten. Doch muss die Möglichkeit zugegeben werden, dass hier auch die Grundmasse der Bindesubstanz fibrillär zerfallen könne. Es ist nicht so leicht, derartige Fibrillen als wirkliche natürliche Bildungen zu beweisen; im Ganzen hat die Frage kein besonderes Interesse.

Ich kann also nur noch einmal wiederholen, dass man sich über die Menge des in der grauen Masse vorhandenen Bindegewebes weder bloss an einfach erhärteten Chromsäurepräparaten noch an imbibirten Schnitten eine klare Vorstellung verschaffen könne, da beide Methoden eigentlich nur für die breiten grossen Nervenfasern die Charaktere eigenthümlich erhalten, während sie die schmalsten, auf die es hier besonders ankommt, meist undeutlich und jedenfalls zweifelhaft machen. Dies gilt besonders für die Imbibitionsmethode. Wenn also Goll die Gegenwart von Nervenfasern in der grauen Substanz nur da als sicher bewiesen anerkennt, wo das charakteristische Durchschnittsbild eines rothen Axencylinders von weissem Hof umgeben und durch eine rothe Linie umgrenzt vorkommt, so liegt darin für diese Methode allein gewiss nichts Unrichtiges, und jedenfalls werden durch diese Reflexion Goll's positive Resultate desto werthvoller; er würde aber zu ganz anderen Resultaten gekommen sein, wenn er die Theile zerzupft und in möglichst unverändertem Zustande isolirt hätte.

Ich komme zur Besprechung der Construction des allgemeinen Faserverlaufes und werde den Gang so nehmen, dass die eintretenden Nervenbahnen in ihrem Verlauf, in ihrer möglichen Verbindung untereinander untersucht werden, und beginne mit den motorischen Bahnen.

Die motorischen Nervenwurzeln durchsetzen, wie bekannt, in mehreren geraden Zügen die weisse Substanz, in der sie Vorder- und Sci-

tenstränge von einander scheiden, und gelangen ohne weitere Umwege und ohne ihren Charakter zu verändern in die grauen Vorderhörner. Hier angekommen sieht man die unverändert breiten Nervenfasern, an Imbibitionspräparaten die unverändert dicken rothen Axencylinder pinselförmig fast nach allen Richtungen hin ausstrahlen. Manche wenden sich der Peripherie der grauen Masse entlang in Bogen nach innen der Incisur zu, andere nach aussen gegen die Grenzen der Seitenstränge, um dann wieder nach innen umzubiegen. Andere endlich sieht man in wenig veränderter Richtung gerade nach unten sich wenden und weit bis zur Basis der Hinterhörner hinabreichen. Alle können auf diesem Wege die verschlungensten Bahnen in den verschiedensten Ebenen durchmachen und ein Flächenschnitt zeigt meist die mannigfachsten bogenförmigen Stücke und Bahnen etc. Was wird aus ihnen? Die allgemeine Annahme lässt sie alle direct an die grossen motorischen Zellen herangehen, welche in den Vorderhörnern in den bekannten Gruppen angeordnet liegen. Ich glaube, und die Meisten werden diese Ueberzeugung theilen, dass diese Annahme richtig sein wird, dass man sich aber den Beweis derselben zu leicht gedacht hat. Es hat seinen guten Grund, wenn Kölliker bisher immer in Betreff dieses Punktes weniger gegen die Thatsache selbst zu opponiren sich veranlasst sah, als gegen die Leichtigkeit, mit der man die Möglichkeit der directen Beobachtung einer solchen Thatsache hinzustellen pflegte. Es ist nicht schwer zu beweisen, dass wohl alle diese breiten Fasern, ehe sie an einer Zelle ihr mögliches Ende erreichen können, recht lange Bogen beschreibend durch die graue Masse hinziehen. Ob daher jemals oder gar häufig auf gewöhnlichen Querschnitten der Eintritt einer Faser und die Einmündung derselben in eine Zelle in ein und derselben Ebene liegen können, ist natürlich von vornherein nicht sehr wahrscheinlich. Ich will es nicht in Abrede stellen, möchte aber doch vor hier möglichen Verwechselungen warnen, und gebe zu bedenken, dass an erhärteten, nicht gefärbten Schnittpräparaten eine Verbindung einer dunkelrandigen Faser mit einer Zelle wohl nie zweifellos beobachtet werden kann, dass aber an gefärbten Präparaten nicht jeder rothe Zellenfortsatz, der gegen die Eintrittsstelle der Nervenwurzel hin gerichtet scheint, als Axencylinder einer einmündenden Nervenfaser aufgefasst werden darf. Die Meisten, die sich mit einiger Ausdauer der Lösung der hier schwebenden Fragen hingegeben haben, werden mir hier zweifelsohne Recht geben. Man wird daher das Resultat in verschiedenen Schnittrichtungen, also insbesondere Längsschnitten erwarten, also z. B. an solchen, welche parallel durch beide Nervenwurzeln gehen, ein Verfah-

ren, das nicht die Schwierigkeiten besitzt, von denen Lenhossek spricht. Hier ist allerdings die Wahrscheinlichkeit, bestimmte Bilder zu erhalten, etwas grösser, aber auch da darf man nicht so leicht viele beweisende Resultate erwarten.

Die Zellen, in welche auf diese Weise die erwähnten Wurzeln eintreten sollen, finde ich durchweg nach dem oben erwähnten Princip gebaut. Selbst in den tieferen und inneren Regionen nach der Umgebung des Centralcanals hin finde ich nur ganz einfache Grössenabweichungen, nicht einmal Abweichungen in der Form, und man hat sicherlich einstweilen nicht das Recht, diesen andere Functionen zuzuschreiben. Wenn Schröder van der Kolk von dergleichen Unterschieden in bestimmter Weise spricht, so vermisst man jeden Beweis in seinen Angaben. Der einzige Grund, der vielleicht veranlassen dürfte, Zellen der inneren Gegenden eine andere functionelle Bedeutung zuzuschreiben, ist der, dass es gerade diese Gegenden sind, welche in dem Anfang der Medulla oblongata eine so massenhafte Entwickelung in den sogenannten Goll'schen Strängen zeigen, und dass hier die enthaltenen Zellenmassen sicher nicht mehr zu den Nervenursprüngen gehören. Ausser diesen könnte man wohl nur bei den Stilling'schen Kernen auf den Gedanken einer unterschiedenen Function kommen; indess einstweilen auch wohl nur wegen der eigenthümlichen Formation dieser ganzen Gruppe. Isolirt sind diese Zellen wohl noch nicht zur Beobachtung zu bringen gewesen. Im Ganzen hat diese Gruppe für das Schema einstweilen weniger Interesse, da sie nur einer beschränkten Region anzugehören scheint.

Die Massen der eigentlichen sogenannten motorischen Zellen stehen nun an vielen Stellen, nicht an allen, zu besonderen Gruppen formirt; so unterscheidet man an der Pars lumbalis z. B. schon mit blossem Auge drei durch ihre graue Beschaffenheit etwas ausgezeichnete Stellen. An anderen Partien, besonders an der Pars dorsalis, ist das nicht so auffallend. Diese Gruppen werden durch massenhafte Nervenfaserzüge von einander getrennt. Ausserdem erscheinen die Zellen aber ebenso oft auch einzeln zerstreut, z. B. an der Peripherie der grauen Masse. Die Ausläufer derselben sieht man dann nach allen Seiten hin ausstrahlen, meist jedoch sich nach den ersten Verästelungen in eine andere Ebene wenden, so dass dieselben an einem Schnitt selbst bei den best gelungenen Präparaten nur selten von der Zelle aus bis wirklich in die feinsten Ausläufer gesehen werden können. Diese Ausläufer können sich auch nach der weissen Substanz hin wenden, und in die von Nervenfasern durchzogenen Bindegewebs-

züge verlieren, sie werden dann leicht für in diese einmündende Axencylinder genommen und haben gewiss oft genug zu Verwechselungen Anlass gegeben. Bilder der Art kommen besonders in der Nähe der Medulla oblongata zur Beobachtung. Man kann hier auch sehen, wie ein solcher Ausläufer ein Nervenfaserbündel förmlich umfasst, sich um dasselbe herumschlingt; auch dies ist schon von Clarke beschrieben, besonders an den sogenannten seitlichen Nebenhörnern. Der Axencylinderfortsatz der Zelle aber biegt sich fast immer, wenn nicht ganz ausnahmslos bald nach dem Abgang von derselben in eine andere Ebene, und ist daher im Rückenmark an Querschnitten nur ganz ausnahmsweise und wohl ebenso selten an Längsschnitten zu sehen. Ich muss Kölliker durchaus Recht geben, wenn er in der Mehrzahl, wenn nicht in allen bisherigen auf diesen Punkt bezüglichen Angaben, Täuschungen vermuthet. Endlich habe ich noch an die oben gemachte Bemerkung zu erinnern, dass die erwähnten Ganglienzellen nirgendwo durch Anastomosen ihrer Protoplasmafortsätze, wie sie bisher beschrieben sind, in Verbindung stehen, also derartige physiologisch verwerthbare Bahnen einstweilen in keiner Weise durch die Beobachtung gestützt sind.

Man sieht also die mannigfachsten Bahnen der eingetretenen Wurzelfasern ohne directe Verbindung mit den Zellen regelmässig vorkommen. Man sieht Faserzüge der verschiedensten Dimensionen, ohne sich an Schnitten von Volumsabnahme, von Theilungen oder von Verschiedenheiten der Fasern in ihrer Beziehung zu den Zellen überzeugen zu können. Wegen der Unregelmässigkeiten des Verlaufes erkennt man auf jeder Schnittrichtung Längszüge und Querdurchschnitte der Fasermassen, und nur selten ist zu bestimmen, wie lange eine solche Faser, auf die dieses Bild deutet, in der bezeichneten Ebene verbleibt, man sieht aus der grauen Masse Faserzüge in die weissen Vorder-, in die weissen Seitenstränge und durch die weisse Commissur in die Stränge auf der anderen Seite übergehen, und ebenso oft Faserzüge durch die vordere graue Commissur auf die entgegengesetzte Seite ziehen, ohne dass an Schnitten der Anfang aller dieser Fasermassen aus Zellen oder sonstwie bestimmt zu verfolgen wäre. Man wird nicht finden, dass die bisherigen Autoren bezüglich irgend einer dieser Angaben sich bestimmt auszudrücken im Stande gewesen wären. Und doch hat es an den bestimmtesten Theorien nicht gefehlt. Suchen wir besonders mit Rücksicht auf die vorn gegebene Beschreibung der Elementartheile, wie viel sich in dieser Beziehung vertheidigen lässt.

Der Theorie steht hier eine Reihe von Wegen offen, zwischen denen man schwer ganz exclusiv wird entscheiden können, auf die ich aber aufmerksam machen muss, um möglichen voreiligen Annahmen entgegenzutreten. Da also im besten Falle nur wenige der eingetretenen Wurzelfasern bis an ihr nächstes Ziel zu verfolgen sind, so lässt sich die Frage aufwerfen, ob sie sich alle in gleicher Weise verhalten. Zunächst ist hier an die Möglichkeit zu denken, dass überhaupt nicht alle Fasern an Zellen herangehen, dass vielmehr einige sich bloss durch die graue Masse hindurchbiegen, um dann direct in die weisse Substanz zur Medulla oblongata aufzusteigen. Ich habe an diese Möglichkeit schon erinnert; so unwahrscheinlich sie ist, so besitzt, wie mir scheint, die anatomische Forschung kein Mittel sie zu widerlegen. Also gesetzt alle Fasern gehen wirklich an Zellen heran, und das oben gegebene Schema sei gültig, so ist die nächste Frage die, wie sich hier die beiden Systeme von Fasern verhalten, welche die Ganglienzelle abschickt. Man sieht also hier auf Schnitten die Züge der Wurzelfasern und diejenigen der weissen Stränge sich in die graue Masse verlieren resp. aus ihr hervorgehen, und man muss sich durch die beiden Systeme der Ausläufer der Ganglienzellen beide Züge in leitende Verbindung gesetzt denken. Gehen also die Axencylinderfortsätze alle in die Wurzeln oder alle in die Stränge über, oder treten sie nach beiden Seiten hin? Ueber alle diese Fragen lässt sich kaum ein ganz allgemeingültiges Urtheil gewinnen. Die Beobachtungen anlangend, so muss ich sagen, dass ich einen von einer Zelle abgehenden Axencylinderfortsatz noch nicht mit Sicherheit bis in die weisse Substanz habe verfolgen können. Ueber die Verbindung mit den Wurzeln aber liegen mir Beobachtungen vor, die ich für unzweifelhaft halten muss. Ich sehe hier drei Möglichkeiten; entweder alle Hauptaxencylinderfortsäte treten an die Wurzelfasern, und das secundäre Nervenfasersystem verbindet oder verbreitert sich zu Axencylindern, wie sie in den Strängen der weissen Masse liegen. Oder die Hauptaxencylinderfortsätze gehen von verschiedenen Ganglienzellen nach zwei Seiten, nach den Wurzelfasern und nach den weissen Strängen, und die Vermittelung wird durch Verbindung der Ganglienzellen hergestellt. Oder es findet eine vollständige Unregelmässigkeit statt. Es gibt Ganglienzellen, welche ihren Hauptstamm in die Wurzelfasern, ihre kleinen Fasermassen in die Stränge schicken, es gibt aber auch andere, deren Hauptstamm zu den Strängen, deren kleine Fasermassen zu den Wurzelfasern gehen.

Zwischen diesen Möglichkeiten ganz exclusive zu wählen überschreitet

wie ich glaube, die Grenzen rein anatomischer Methode; man wird das eine oder andere für unwahrscheinlich, schwerlich aber für unmöglich darthun können. Und hier können sich die verschiedensten Gesichtspunkte entgegentreten. So z. B. wird Niemand läugnen, dass die letztgenannte Möglichkeit wegen der verschränkten Nervenbahnen, die sie mit sich führt, fast eine physiologische Absurdität in sich schliesst. Aber histogenetisch aufgefasst, wird man wieder nicht umhin können, einem solchen unregelmässigen Verhalten ganz besonders das Wort zu reden. Die zweite der genannten Möglichkeiten habe ich schon oben für unwahrscheinlich erklärt, und kann das hier nur wiederholen. Somit scheint mir der erste Fall der wahrscheinlichste, der ja auch directe Beobachtungen für sich hat. Was auch für diesen spricht ist, dass man nach den weissen Strängen, besonders den Seitensträngen hin, Fasermassen ziehen sieht, welche an Ausdehnung dem Hauptnervenfortsatz nicht entsprechen und dem kleinen Fasersystem angehören dürften. Ebenso sieht man aber auch Fasern des breitesten Kalibers in dieser Weise verlaufen. Der Process, durch welchen die schmalsten Fasern in die breitesten Axencylinder umgewandelt werden, muss also in beiden Substanzen möglich sein, mag er nun eine einfache Erbreiterung oder eine Theilung resp. Verbindung von Faserzügen in sich schliessen.

Diesem allgemeinen principiellen Schema über die Bahn der motorischen Züge habe ich einige weitere Fragen anzuschliessen, zunächst die nach der sogenannten motorischen Kreuzung, als deren Substrat die weisse Commissur angesehen wird. Man weiss wie verschiedenartige Beantwortung die hierauf bezüglichen Fragen gefunden haben. Und doch ist die nächste anatomische Grundlage so einfach, dass darüber kaum ein Wort zu verlieren ist und dass man die fehlerhafte Beantwortung kaum begreifen könnte, wenn sie nicht einem für diese Verhältnisse unpraktischen Thiere, dem Frosche, entnommen wäre. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die vordere Brücke, die den Namen der weissen Commissur trägt und die bei Säugethieren mit blossem Auge zu sehen ist, in einem bindegewebigen Stroma sich kreuzende dunkelrandige breite Nervenfasern enthält. Bei Widerkäuern insbesondere ist dies Verhältniss in allen Theilen des Rückenmarks so deutlich, dass darüber in der That keine Erörterung nöthig ist; dagegen bei dem Mark der Frösche, dessen Fasern verhältnissmässig schmaler und gebrechlicher sind, können dieselben durch unpassende Erhärtungsmethoden so verändert werden, dass an den Kreuzungsstellen nur die kreuzenden Bindegewebszüge erkannt werden, die Kupffer im Ganzen richtig abgebildet hat. Fische sind indessen ausserordentlich geeignet,

um Kreuzungen der Art sichtbar zu machen, dann also, wie gesagt, besonders das Rückenmark des Kalbes und Ochsen. Die kreuzenden Züge pflegen hier sogar die Vorderstränge zu durchbrechen und untere Partien von der grossen Masse abzusondern, wie dies von einzelnen Autoren durchaus naturgetreu abgebildet wird. Die Züge entspringen aus der grauen Substanz der einen Seite als breite Fasern und wenden sich nach der anderen Seite und schräg nach oben in die weisse Substanz, um hier weiter zu gehen. Da die graue Masse zum grossen Theil viel höher liegt als die Kreuzung, so müssen die Faserzüge auch zum Theil die Richtung von oben nach unten nehmen, um dann auf der anderen Seite wieder aufzusteigen. Zwischen den sich kreuzenden Bündeln sieht man in der Mitte auch oft genug regelmässige Durchschnitte von Fasern, die nicht nach einer oder der anderen Seite hin zu verfolgen sind (Vergl. Taf. III, Fig. 12, C. a. a).

Die gegebenen Bilder der vorderen Commissur lassen eine sehr verschiedene Deutung zu, die zum Theil wohl die Ursache sein wird, dass sich noch keine Uebereinstimmung zwischen anatomischen und physiologischen Resultaten hat erreichen lassen. Es ist bekannt, dass die letzten, am genauesten ausgeführten Versuche zu dem Resultate geführt haben, dass Kreuzungen der motorischen Bahnen im Rückenmark nicht vorkämen (v. Bezold, Brown-Sequard). Es ist dabei wohl besonders an totale Kreuzungen gedacht worden, denen zufolge denn bei einer halbseitigen Durchschneidung die Fasern der entgegengesetzten Längenhälfte bis zur Höhe des Schnittes getroffen werden sollen. Die anatomischen Bilder haben nun zu einer solchen Annahme nicht wohl führen dürfen, und wenn auch einzelne Autoren von einer totalen Kreuzung der Vorderstränge gesprochen haben, so ist doch für die so sehr bedeutende Masse der Seitenstränge immer ein gleichseitiger Verlauf angenommen gewesen. Nun lässt sich aber leicht zeigen, dass selbst die Annahme einer totalen Kreuzung der Vorderstränge durch die anatomischen Bilder durchaus nicht gefordert wird.

Man könnte zunächst die Frage aufwerfen, ob die sich kreuzenden Fasern nur solche sind, welche aus der grauen Substanz heraustreten, oder ob nicht vielmehr auch ein einfacher Uebertritt von Fasern, die schon in den Vordersträngen verlaufen, nach der anderen Seite möglich wäre. Diese Frage würde sich anatomisch wohl nur dann entscheiden lassen, wenn bestimmte Fasern der Art so ausgesprochene Charaktere hätten, dass sie an tiefer oder höher gelegenen Schnitten wieder herauszukennen wären. In allen anderen Fällen ist hier die Möglich-

keit einer Verwechselung nicht zu umgehen, weil derartige Verschlingungen solcher Fasern auf keiner einzigen Schnittrichtung vollständig und zweifellos sichtbar zu machen sind. Ein Beispiel, was die genannten Bedingungen erfüllt, gibt es bei höheren Wirbelthieren meines Wissens nicht, wohl aber bei den Fischen in der enormen sogenannten Mauthner'schen Faser, welche zu beiden Seiten als einfache Faser den Boden der Vorderhörner einnimmt. Diese Faser kreuzt sich weit oben im verlängerten Mark, wie man sich an fortlaufenden Schnitten überzeugen kann, nicht aber im Rückenmark selbst. Wenn also Analogien gestattet sind, so würde dieser Fall gegen eine derartige, ich will sagen einfache Kreuzung ohne Vermittelung der grauen Substanz sprechen. Die grösste Mehrzahl der Kreuzungsfasern lässt sich also auf jeden Fall aus der grauen Substanz heraus verfolgen. Man muss hier zunächst die Frage aufwerfen, kann eine eingetretene Wurzelbahn ohne in der grauen Substanz derselben Seite mit Zellen in Verbindung zu treten, diese nur einfach durchbohren, durch die Kreuzung herübergehen und dann in die graue Substanz der anderen Seite einmünden. Auch für diese Möglichkeiten, an welche man bisher wenig gedacht zu haben scheint, habe ich bisher keine sicher beweisende Bilder gewonnen, sie können auch jedenfalls nur in seltenen Ausnahmefällen gefunden werden, da sie auch verschlungene Nervenbahnen als in einer Ebene liegend voraussetzen; wohl aber macht es oft der peripherisch gebogene Verlauf der Wurzelfaser wahrscheinlich. Aber auch hier lässt sich eine Analogie beibringen, die nicht so leicht von der Hand gewiesen werden kann, nämlich bei einzelnen den Vorderwurzeln entsprechenden Gehirnnerven lässt sich mit absoluter Sicherheit, bei anderen mit Wahrscheinlichkeit beweisen, dass sie als Stamm oder als Theil des Stammes auf die andere Seite treten und erst in den Nervenkern der anderen Seite einmünden. Ich erinnere an die Kreuzung des Trochlearis im Velum medullare anterius, und an die Kreuzung des Facialis, die ich demnächst beschreiben werde, und auch wohl an die der motorischen Trigeminuswurzeln. Die Mehrzahl der Kreuzungsfasern sind nun in jedem Falle Fasern breiter Art, welche aus dem grauen Kern hervortreten, und wohl nicht als directe Fortsetzung des Stammes, sondern als Ausläufer von Seiten des zweiten Zellensystems aufgefasst werden müssen, die dann herübertreten und in den motorischen Strängen weiter gehen. Aber die Masse derselben entspricht in keiner Weise der Masse der eingetretenen Wurzelstränge. Man sieht aus der grauen Masse auch entsprechende breite Fasern hervortreten, die sich aber auf derselben Seite in die Vorderstränge erheben. Von einer sogenannten totalen

Kreuzung der Vorderstränge kann demnach unter allen Umständen keine Rede sein.

Dieser Angabe habe ich nun endlich hinzuzufügen, dass auch in der grauen vorderen Commissur an manchen Stellen übertretende Fasern feinsten Kalibers gesehen werden, und dass es in der That auch vorkommen kann, dass eine Zelle ihre Fortsätze auf die entgegengesetzte Hälfte hinüberschicke, so dass dann die verschiedenen Ausläufer einer Zelle auf verschiedenen Seiten liegen. Auf diese Weise lässt sich sogar denken, dass eine direct übergetretene Wurzelfaser in eine Zelle der anderen Seite mündet, dass aber diese Zelle diejenigen Fortsätze, welche die Fasern der Stränge abgeben, wieder auf die Seite zurück schicken kann, von der die Wurzelfaser ausgegangen ist. Man muss an solche Verhältnisse denken, wenn es darauf ankommt, mangelhafte Uebereinstimmung zwischen anatomischen Forschungen und physiologischen Experimenten auszugleichen. Die Faserzüge der grauen Commissur sind wie gesagt zum Theil feinsten Kalibers, man kann daher sogar geneigt sein, sie den sensibeln Massen zuzuzählen.

Die letzte Frage, die zu erörtern wäre, ist die, ob die zum Gehirn leitenden Bahnen der Vorderwurzeln sich bloss in den Vorder- und Seitensträngen befinden, oder ob nicht vielleicht auch die sensibeln Hinterstränge zum Theil als solche Leiter aufgefasst werden dürfen. Meine bisherigen Beobachtungen haben mir bisher darauf nur die Antwort gegeben, dass ein Uebergang sicher motorischer Bahnen in die Hinterstränge nicht zu constatiren ist. Es folgt dieser Uebergang auch nicht, wie man wohl anzunehmen geneigt sein könnte, aus der Thatsache, dass die Hinterhörner auch Zellen enthalten, die an Grösse den sogenannten motorischen Zellen der Vorderhörner entsprechen, oder dass hier in der Peripherie auch wohl noch Fasern vorkommen, die den motorischen an Breite entsprechen. Ich kann in dieser Hinsicht nur auf meine vorhin durchgeführten Ansichten verweisen. Bei vielen Forschern, besonders Pathologen, haben bekanntlich eine Zeitlang derartige ausschliessliche Anwendungen des Bell'schen Lehrsatzes einige Bedenken gefunden. Während die physiologischen Versuche trotz aller Fehlerquellen der Methoden gerade hier übereinzustimmen schienen, war es besonders das Krankheitsbild der Tabes dorsualis, welches mit seinen ausgebreiteten Motilitätsstörungen der Theorie zu widersprechen schien, da die degenerirten Theile sich ausnahmslos in den Hintersträngen fanden, wo sie die sogenannte graue Degeneration constituirten. Der Widerspruch hat sich gelöst seit man mehr auf die Einwirkungen von Sensibilitätsstörungen auf den bewegenden Willenseinfluss aufmerksam wurde, auf den

schon Longet hingewiesen hatte ohne hinlängliche Beachtung gefunden zu haben. Die hierher gehörigen Fragen liegen den vorliegenden Besprechungen fern; sie haben soeben eine vorzügliche Berücksichtigung in einer schönen klinischen Abhandlung über die graue Degeneration der hinteren Rückenmarksstränge von E. Leyden (Berlin 1863) gefunden, auf welche Monographie ich hiermit verweisen darf.

Ich komme zu der Besprechung der sensibeln Bahnen und Wurzeln, welche bekanntlich bisher der Forschung und Erkenntniss bei Weitem grössere Schwierigkeiten in den Weg gelegt haben. Der Grund dafür ist leicht zu erkennen und liegt in der Schmalheit der Fasern, welche nicht einzeln verfolgt werden können, und in der Kleinheit der Zellen, mit denen diese in Verbindung gebracht werden, deren Charakter, besonderer Verlauf der Fortsätze oder gar Verbindung mit Fasern auf Schnitten auch im allerbesten Falle nicht zweifellos erkannt werden können. Ich muss das voranschicken, da auch hier directe Angaben über Verbindung von Nervenzellen mit Fasern, die auf Schnitten beobachtet sein sollen, vorliegen, deren Entstehung wohl ganz allein der vorgefassten Meinung zugeschrieben werden muss.

So ist es natürlich gewesen, dass gerade hier die Frage in den Vordergrund trat, ob nicht die letzte Entscheidung lieber allein dem physiologischen Experimente anheim zu geben sei, und vielleicht von den meisten Forschern bejahend beantwortet wurde, während man über die Durchforschung der Anatomie der Hinterhörner etc. entweder bald die Geduld verlor, oder sich mit sehr voreiligen Schlüssen begnügte. Es kann Niemand mehr überzeugt sein, dass gerade hier die anatomische Untersuchung an Grenzen heranreichen wird und muss, deren Ueberschreiten überhaupt anatomischer Methode nicht möglich sein wird. Aber die bisherigen Kenntnisse sind sicher diesen Grenzen noch nicht nahe, und so kann es einstweilen auch ebenso berechtigt sein, auch auf die Grenzen der physiologischen Methode hinzudeuten, die vielleicht nicht viel weiter gezogen sind. Auf die Fehlerquellen, welche bei derartigen Experimenten im Gehirn und Rückenmark, die immer eine relative Rohheit nicht überschreiten können, vorkommen, ist oft und genug aufmerksam gemacht worden, und Schiff hat gewiss Recht, wenn er zum wenigsten negative Resultate der Wirkungen, welche solchen Experimenten folgen, nur einen sehr bedingten Werth zuerkennt. Ob es sich mit den positiven sehr viel besser verhält, ist am Ende auch zu bezweifeln. Wohl bei allen Provinzen der sensibeln Regionen kann man mit Recht sagen, ist weder eine isolirte Durchschneidung noch eine isolirte Reizung möglich. Was aber wohl möglich ist, das ist eine mi-

kroskopische Controlle einer gemachten Verletzung, deren Erscheinungen während des Lebens genau beobachtet waren, ebenso natürlich klinische Beobachtungen bestimmter Krankheitszustände, die aber zum Schaden der anatomischen Erkenntniss fast nie einseitig vorkommen.

Gehe ich auf die anatomischen Verhältnisse über, so sind auch hier zunächst die Fehlerquellen zu besprechen. Diese liegen hier zunächst darin, dass der Kleinheit der Fasern und Zellen entsprechend gerade die wichtigsten Verhältnisse sich hier, wenigstens auf Schnittpräparaten, der Beobachtung absolut entziehen. Der Verlauf einzelner Faserzüge hat schon viel Missliches, wie viel mehr die Verbindung von Fasern und Zellen, deren Beobachtung ich hier selbst unter sonst günstigsten Verhältnissen, also wenn eine Ebene die Verhältnisse enthält, für schlechterdings nie zweifellos halten kann. Was also in dieser Weise von den feinsten Verhältnissen gilt, das gilt in gleichem Maasse zum Theil auch von dem gröbsten Verhalten der Faserzüge. Bei den Vorderwurzeln ist doch wenigstens die Beobachtung des Eintritts der Wurzeln in die graue Substanz möglich, und eine Verwechselung mit Fasern, welche aus der grauen Substanz in die weisse treten, wohl zu vermeiden. Dagegen fehlen an den Hinterwurzeln oft alle Anhaltspunkte. Das Verhältniss wird hier jedenfalls meist zu anschaulich gezeichnet. Die in das Rückenmark eintretenden Stämme der hinteren Wurzeln und der Eintritt ihrer Fortsätze in die graue Substanz liegen selten in einer Ebene, und bei der Gleichheit der Durchmesser in beiden Fällen wird daher die directe Beobachtung schwer im Stande sein, zwischen einer in die graue Substanz ein- und einer aus ihr austretenden Faserpartie eine bestimmte Entscheidung zu treffen. So ist es denn gekommen, dass gerade hier die anatomischen Ergebnisse vielfach unzureichend erschienen und physiologischen Versuchen Platz machen mussten. Ich werde mich bei deren Besprechung den Angaben Köl-liker's anschliessen, die mir weniger der angegebenen Thatsachen, als deren Deutung wegen einer Weiterführung bedürftig scheinen. Nach ihnen gehen die eingetretenen hinteren Wurzeln zum Theil direct durch die Hinterstränge in die graue Substanz (äussere hintere Wurzelfasern), während sie zum anderen, jedenfalls grossen Theil eine complicirte Umbiegung durch die Hinterstränge vornehmen, und dann erst von der Seite her in die der Mittellinie zugekehrte Convexität des hinteren Hornes eintreten (Fig. 12 R. i. p.). Diese sollen denn alle den Vorderhörnern zustreben, wo sie zum Theil in die vordere Commissur, zum Theil bis zur hinteren Nervenzellengruppe der Vorderhörner zu

verfolgen sind, manchmal aber auch theilweise bis zum vorderen Theil der Seitenstränge zu verfolgen waren, in dem sie sich verloren. Die ersteren dagegen sollen zum Theil in Längsbündeln einzeln getrennt nach vorn ziehen, radiär gegen die Mitte strebend und hier bis in die bekannten Clarke'schen aufsteigenden Colonnen gehen, ohne mit Zellen in Verbindung zu treten. Auch von ihnen geht ein Theil gegen die Vorderhörner, auch gegen die Commissur. Die graue Masse der Hinterhörner gibt dann endlich Bahnen zu den Hintersträngen ab.

Die einzelnen Bahnen, welche in diesen Angaben vorgezeichnet sind, lassen sich natürlich alle im Einzelnen controlliren, doch lässt die Beobachtung zum Theil andere Auffassung zu. Zunächst scheint es mir nicht gerechtfertigt, in der angegebenen Weise Faserzüge von verschiedener Richtung auch streng zu sondern, also sogenannte innere und äussere hintere Wurzelfasern hinsichtlich ihres weiteren Verlaufes zu unterscheiden. Ich finde, dass es immer der grössere Theil der hinteren Wurzeln ist, welcher den angegebenen gebogenen Weg durch die Hinterstränge nimmt, und dann von diesen aus in das Horn eintritt. Das einfache anatomische Bild ergibt zunächst, dass an allen Seiten der Peripherie der Substantia gelatinosa Rolandi getrennte Bündel feinster Faserzüge durch diese hindurch gegen die Basis des Hinterhornes oder nur nach jenseits von der genannten Substanz ziehen, wo sie auf die bekannten Clarke'schen aufsteigenden Colonnen stossen (Fig. 12), die, wie richtig beschrieben wird, als Haufen dunkler, unregelmässiger Flecken erscheinen. In diesen lässt sich an Imbibitionspräparaten das wenn auch undeutliche Durchschnittsbild entsprechend veränderter, dunkelrandiger Nervenfasern wiedererkennen. Entweder von diesen aus, oder direct sieht man andere Faserzüge sich weiter nach oben erstrecken, wo sie in der Masse der vorderen oder mittleren grauen Substanz nicht weiter zu verfolgen sind, andere erstrecken sich zu der hinteren grauen Commissur direct nach der anderen Seite oder wenn eine vorhanden ist, gegen eine vordere graue Commissur.

Das genannte Bild lässt eine Reihe verschiedener Deutungen zu. Zunächst ziehen die erwähnten Bündel durch Massen der oben als sensible beschriebenen Zellen, die sich in der ganzen Masse des Hornes, nicht bloss in der Substantia gelatinosa vorfinden. Bekanntlich sind diese Zellen vielfach geläugnet, vielfach für unwesentliche Bindesubstanzelemente angesehen worden und dergleichen mehr. Ueber ihr etwaiges Verhältniss zu den sensibeln Fasern lauten die Angaben

verschieden. Schröder van der Kolk hielt in gleich zu erörternder Weise einen solchen Zusammenhang für wahrscheinlich, ohne ihn sicher beobachtet zu haben. Meine eigene Ansicht ist zunächst die, dass an Schnittpräparaten über dieses Verhältniss nicht ins Klare zu kommen ist wegen der Feinheit der Elemente, auch wenn die Verhältnisse nicht so ungünstig lägen, wie sie dies wirklich thun. Werden nämlich die betreffenden Zellen isolirt, so kann man sich, wie vorhin auseinandergesetzt wurde, überzeugen, dass derjenige Zellenfortsatz, welcher zum Nervenaxencylinder wird, auch hier vorhanden ist, ja sogar relativ leicht gesehen wird. Er geht als ein meist kurzer Stiel unter spitzem Winkel direct von dem Zellkörper ab (Fig. 7 a), wohl auch von einer der beiden Spitzen, in welche sich die Zelle nach oben und unten auszieht. Von diesen beiden gehen dann massenhafte feine Aeste ab, welche sich oft ausserordentlich lang verzweigen und ein Bild erzeugen, wie es bisher auch nicht in Andeutungen bekannt gewesen ist. An diesen sitzen in grosser Menge die erwähnten feinen Axenfäserchen, welche ich oben zu einer mir wahrscheinlichen Hypothese benutzt habe. Nach diesen Angaben, die ich auf alle ausgesprochenen zelligen Elemente des Hinterhornes ausdehnen darf, kann also der wirkliche Zusammenhang der Zellen mit Nervenfasern nicht mehr bezweifelt werden.

Es ist nun wohl richtig, dass die meisten der erwähnten Bündel scheinbar durch diese Zellenanhäufung hindurchtreten und sich gleich zu den Clarke'schen Säulen begeben. Doch muss beachtet werden, dass eben der nervöse Fortsatz der Zelle seitlich sitzt, und daher leicht an solche scheinbar vorüberziehende Fasermassen abgegeben werden kann. Ausserdem aber, und das ist die Hauptsache, muss auch hier festgehalten werden, dass Zelleneinmündung und Eintritt der Wurzel nicht in einer Ebene zu liegen brauchen. Endlich kommt dazu, dass an den an der Zellenmasse vorbeiziehenden Bündeln nicht unterschieden werden kann, ob dieselben auf- oder absteigende, centripetale oder centrifugale sind. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die Fasern, welche aus dem Horn in die Seiten- oder Hinterstränge eintreten, um dort zum Gehirn weiter zu ziehen, ganz das Ansehen von solchen haben müssen, welche den umgekehrten Weg gehen.

Die sensibeln Bahnen treten also zumeist durch die Hinterstränge in langen Bogen, in kleiner Zahl direct oder an den Seitensträngen vorbei in die Peripherie des Hinterhornes. Der Umweg, der dabei gemacht wird, kann ein ziemlich grosser sein, das Ganze liegt

im ersten Falle fast nie in einer Ebene. Die Fasern verlaufen also erst eine Strecke weit in die Höhe innerhalb der weissen Stränge, um dann gegen die graue Masse umzubiegen. Dies Verhältniss, von dem man sich nicht schwer überzeugt, hat Schröder van der Kolk zu einem merkwürdigen Irrthum veranlasst. Schröder sagt, die hinteren Nervenwurzeln enthalten zweierlei Nervenfasern, Gefühls- und Reflexfasern. Die Gefühlsfasern begeben sich sogleich nach dem Eintritt ins Rückenmark in den hinteren Rückenmarkssträngen nach oben zum Gehirn: sie dringen nicht in die graue Substanz ein. Gesetzt, das Verhältniss wäre so wie es Schröder schildert, so ist klar, dass über dergleichen seine Methode nicht entscheiden kann. Die von ihm beschriebene Umbiegung der Wurzeln nach den Strängen ist richtig und auch vielfach beschrieben, aber ebenso sicher ist auch, dass aus den Hintersträngen Fasern nach der grauen Masse wieder einbiegen. Damit soll aber die Frage nicht als ganz ungerechtfertigt zurückgewiesen werden, ob nicht auch ein solcher directer Verlauf von eingetretenen Wurzelfasern in den Hintersträngen vorkomme. Es würde zwar allen bisherigen Anschauungen widersprechen, aber unlogisch ist die Frage nicht. Ob dergleichen anatomisch nachgewiesen werden kann, ist freilich sehr zweifelhaft. Da demgemäss wohl ein derartiges directes Uebergangsverhältniss nicht unmittelbar sichtbar zu machen ist, so ist man natürlich auf vergleichende Schätzungen angewiesen. Man könnte vergleichend beurtheilen die Verhältnisse der in die graue Masse ein- resp. austretenden Faserzüge mit denen der Wurzeln, man könnte die verschiedenen Durchmesser der in den Hintersträngen befindlichen Fasern bestimmen etc. etc., Verfahren, die im Einzelnen kaum durchzuführen sein würden. Will man einen Schluss aus der Analogie benutzen, so können die sogenannten Gehirnnerven verglichen werden, welche den hinteren Wurzeln entsprechen, also die sensible Trigeminus-, Vagus- und Acusticuswurzel, bei denen ein solcher Umweg auch vorhanden ist, aber durch Massen, welche den Hintersträngen nicht entsprechen und bei denen in manchen Schnittrichtungen direct die ganze Bahn des Umweges zu übersehen ist. Auch hier kann es allerdings wie beim Vagus vorkommen, dass solch eingetretener Stamm erst einen längeren Weg gesondert durchmacht, ehe er seine definitive Endigung erreicht. Die letzte anatomische Entscheidung in dieser Frage würde also doch nur so weit geführt werden können, um das Verhältniss als sicher nicht beobachtet und nicht zu beobachten und als im höchsten Grade unwahrscheinlich hinzustellen. Hier würde demnach die

Grenze sein, wo physiologische Untersuchungen und pathologisch-anatomisch-klinische Befunde den Faden aufzunehmen hätten. Das physiologische Experiment wird hier in jedem Fall auch unzureichend bleiben müssen, da nicht einmal eine gesonderte Behandlung der Hinterstränge, wie viel weniger gesonderter Partien derselben möglich erscheint. Ich komme darauf noch einmal zu sprechen. In pathologisch-anatomischen Befunden liesse sich aber die Möglichkeit denken, dass für solche gesonderten Partien der Hinterstränge auch gesonderte Erkrankungen existiren und differenzirende anatomische Bilder auftreten könnten. Durch die bisherigen Ergebnisse wird dergleichen sicher nicht gestützt. Man darf also, wie mir scheint, von der Thatsache als sicher oder doch im allerhöchsten Grade wahrscheinlich ausgehen, dass sämmtliche mit den Hinterwurzeln eintretenden Nervenbahnen in die graue Substanz gelangen. Der Umweg, den einige annehmen, scheint mir also nicht wesentlich und die principielle Unterscheidung Kölliker's in innere und äussere Wurzelfasern, wenn auch nicht unrichtig, so doch nicht erheblich genug.

Denkt man sich die sensibeln Bahnen in die graue Substanz eingetreten, so kann die weitere Frage über die elementaren Verhältnisse die sein, ob sämmtliche eingetretenen Fasermassen in derselben Weise an die Zellen herantreten, oder ob, was für die weisse Substanz unwahrscheinlich schien, vielleicht für die graue gelte, die Faserbahnen, nach den eigenthümlichen Veränderungen, welche sie in der grauen Masse erleiden, dann direct nach dem Gehirn aufsteigen, ohne mit Zellen in Verbindung getreten zu sein. Auch das ist ein Verhältniss, dessen Bestimmung der anatomischen Methode direct fast unzugänglich ist. Was von vornherein dagegen spricht, ist dass die graue Masse später stellenweise, so z. B. beim Menschen kurz vor dem Uebergang in die Medulla oblongata, so reducirt ist, dass man einen unveränderten Verlauf einer bestimmten Menge von Faserzügen in ihr sich schwer vorstellen kann, diese also jedenfalls später ihre Richtung wieder ändern müssen. Richtungsveränderungen so eingreifender Art werden aber sonst immer nur durch Vermittelung von Zellen ermöglicht. Eine andere Frage aber, die schon eher einer anatomischen Behandlung zugänglich ist, ist die, ob es nur eine Art von Verbindung mit Zellen gibt, welche den sensiblen Faserzügen zukommt. Hier ist also zunächst die Frage zu beantworten, ob die specifischen Zellen der Hinterhörner alle einer Gattung angehören. Ich habe mich nach meinen bisherigen Erfahrungen für diese Thatsache ausgesprochen, wenn ich mir auch nicht verhehlen durfte, dass

Einiges dagegen angeführt werden kann. So finden sich Grösseunterschiede, Consistenzunterschiede etc., so gross wie sie nur sonstwo anzutreffen sind, aber ich habe keine sonstigen specifischen Verschiedenheiten an ihnen bisher sicher auffinden können. Dagegen lässt sich die schon erwähnte Frage aufwerfen, ob eine Verbindung sensibler Fasern mit motorischen Zellen existire, also ein Substrat der Reflexwirkung. Es ist bekannt, dass Bidder und seine Schüler in ihren ersten Arbeiten ein derartiges Substrat gefunden zu haben glaubten in den Fortsätzen, die jede motorische Zelle besitzt, und von denen ein rückwärts sich wendender zur sensibeln Faser werden sollte. Die eigentlichen sensibeln Zellen waren damals zum Theil noch gar nicht bekannt, zum Theil für sogenannte Bindegewebszellen gehalten. Ich habe hier nicht die Frage aufzuwerfen, ob die Reflexerscheinungen überhaupt ein bestimmtes anatomisches Substrat verlangen oder nicht oder ob sie, wie einige Autoren wollen, durch einfache Querleitung vermittelt werden können. Die letztere Annahme ist gegenwärtig wohl allgemein abgelehnt. Nur eines will ich beiläufig bemerkt haben, dass wenn Funke meint, die Bedingungen einer Querleitung seien im Rückenmark gar nicht gegeben, weil sensible und motorische Fasern gar nicht nebeneinander zu liegen kämen, so ist das wohl nicht richtig, im geringsten Fall ist das Gegentheil nicht zu beweisen. Also an ein anatomisches Substrat muss jedenfalls gedacht werden, es würde allen sonstigen allgemeinen anatomischen Principien bei der Organisation der Centralorgane widersprechen, wenn ein solches nicht vorhanden sein sollte. Auch Schröder van der Kolk sowie R. Wagner haben anatomische Schemata für die Reflexwirkungen aufgestellt, welche von manchen Physiologen ihrer besonderen Einfachheit wegen zu leicht in Bausch und Bogen acceptirt worden, ja sogar sehr bald zum Gemeingut für weiteste wissenschaftliche Kreise gemacht worden sind. Dieselben stehen auf sehr schwachen Füssen und sind sehr geeignet das Misstrauen, welches andere Physiologen in derartigen Fragen noch immer gegen anatomische Angaben hegen, zu nähren und zu erhöhen. Nach Schröder liegt das genannte anatomische Substrat zunächst in den allerorts angenommenen mannigfachsten Verbindungen der Ganglienzellen untereinander, ja sogar der Ganglienzellen verschiedener Art und Bedeutung. Ausserdem nimmt Schroeder verschiedene Arten von Faserzügen in den sensibeln Bahnen an, von denen ich zum Theil schon sprach, der Art das eine Kategorie, wahrscheinlich die der sensibeln, in den Hintersträngen aufwärts trete, ohne

die graue Masse zu gelangen, während die anderen oder Reflexfasern direct in die graue Substanz eintreten, mit den Zellen sich verbinden und durch die Anastomosen in den Bereich der motorischen Bahnen gebracht werden. Ich glaube, es lässt sich einstweilen nur zeigen, dass anatomische Bedingungen der Art möglich sind, aber dieselben werden vielleicht nie ohne Weiteres directer Beobachtung zugänglich werden.

Ist nun meine obige Beschreibung der Ganglienzellen richtig, so sind die Zellen beider Provinzen die Träger eines zweiten nervösen Systems, das mit feinen Elementen beginnt, die, von den feinsten Verästelungen sensibler wie motorischer Elemente nicht unterschieden, wirkliche Nerven, nicht Protoplasmafortsätze darstellen. Da diese Fäden auf Schnitten nicht zu verfolgen sind, so scheint mir die Frage anatomisch unlösbar, ob durch sie eine sensible Faser direct in eine motorische Zelle einmünde. Ob durch solche Fäserchen Verbindungen verschiedener Zellen vermittelt werden können, würde nur an isolirten Elementen zweifellos darzustellen sein. Doch ist es nicht wahrscheinlich, dass sich eine solche Verbindung, auch wenn sie existirt, erhalten und darstellen lasse. Somit kann ich meine Meinung nicht anders als dahin aussprechen, dass die Frage nach einer anatomischen Grundlage für die Reflexerscheinungen in den bisherigen Angaben nicht die geringste Stütze gefunden hat.

Ich komme zu einer weiteren Frage, nach der Art der Verbindung der Fasern mit den Zellen selbst. Da ich auch die sensibeln Zellen als Centralpunkt eines doppelten Systems verschieden gerichteter Faserzüge ansehe, so ist es für die ganze Lehre der Leitungsbahnen wichtig, in welches dieser Systeme die aus dem Körper kommenden, in welches die zum Gehirn leitenden Fasern einmünden. Das ist um so wichtiger geworden, da für die beiden Systeme sich verschiedene Bedingungen herausstellen, also die eine Art der Verbindung mit einer Erweiterung, die andere mit einer Beschränkung des Stromgebiets verbunden ist, und im ersten Falle sogar beträchtliche Verschiedenheiten der Direction damit verbunden sein können. Ich will auf diese Verhältnisse hier nur obenhin aufmerksam machen, ohne sie genauer zu erörtern. Aber das kann ich mir nicht versagen zu bemerken, dass wenn es specifische Unterschiede der motorischen und sensibeln Ganglienzellen geben sollte, sicher nur solche eine physiologische und anatomische Bedeutung haben, aus denen sich eine derartige Einwirkung auf Ausdehnung und Direction des Stromgebietes ergibt, so z. B. dass die motorischen Wurzeln direct in die Axencylinderfortsätze, die sensibeln dagegen in das zweite Fasersystem einmünden.

Eine weitere Frage ist die, ob die Verbindung der Nerven mit der Zelle sehr bald erfolgt, also unmittelbar nach dem Eintritt, oder vielleicht in einer ganz anderen Ebene, nachdem der Nerv erst eine längere Strecke in der grauen Substanz verlaufen ist; ferner ob diese Verbindung immer auf derselben Seite zu geschehen braucht und dergleichen mehr. Ueber diese Fragen lässt sich noch keine bestimmte Entscheidung treffen. Die Stelle, wo die von Kölliker sogenannten inneren hinteren Wurzelfasern unmittelbar in die graue Commissur umzubiegen scheinen, würde wohl eine jenseitige Endigung voraussetzen. Man hat bezweifelt, ob sich die sogenannten sensibeln Zellen in relativ hinlänglicher Zahl vorfinden, um ein in der Art wesentliches Glied der ganzen Reihe abzugeben. Es scheint mir, dass zu solchem Zweifel kein bestimmter Grund vorliegt, und dass die Autoren, welche ihn ausgesprochen, schwerlich so unveränderte Bilder vor sich gehabt haben, dass sie über die Zahl auch nur eine annähernde Vorstellung gewinnen konnten. Es ist das gewiss ein Fall, wo man die Regelmässigkeit des allgemeinen Verhaltens so lange für wahrscheinlich halten muss, bis das Gegentheil direct bewiesen ist.

Was nun die weiteren centripetalen Bahnen angeht, die ich jenseits der Zellen verlege, so scheint es mir einstweilen nicht gerathen, einen Unterschied innerhalb der longitudinalen Massen der Clarke'schen Säulen und der mehr oder weniger direct zu ihnen führenden Bündel, welche von der Peripherie des Hinterhornes her oder von der anderen Seite kommen, bestimmt hinzustellen oder zu läugnen. Die Anatomie lässt hier also gerade wie bei den Vordersträngen die Wahrscheinlichkeit offen, dass sich unter diesen centripetale und centrifugale befinden. Auf dieser Bahn würde dann nothwendig wieder eine bedeutende Vereinfachung der Leitung wenigstens scheinbar eintreten müssen. Zunächst fragt es sich, ob solche Vereinfachung, auf die schon die relativ geringe Masse der sensibeln Stränge hindeutet, allein durch die Zellen vermittelt werden könnte, dadurch nämlich, dass der nervöse Hauptzellenfortsatz der centripetale ist und die Protoplasmafortsätze als die Sammelplätze einer Menge eingetretener Wurzelbahnen aufzufassen wären. Sonst müsste auch hier, vielleicht auch in diesem angenommenen Falle, eine Verbindung von Fasern, sogenannte Theilung, vorhanden sein, welche die Vereinfachung der Nervenbahn nach sich zöge. Da also, wie gesagt, für alle solche Fragen, die man sich noch viel complicirter denken kann, die Anatomie schwer einen bestimmten Anhaltspunkt geben kann, so hat man sich besonders auf experimentale Untersuchungen hingewiesen gesehen. Ehe ich

über solche ein paar Worte sage, möchte ich noch folgende Notiz hinzufügen. Schroeder van der Kolk beschreibt ganz recht, dass um die Peripherie der Hinterhörner Fasermassen herumziehen, und dass in diesen Theilen auch der Fundort für die grossen, den motorischen Zellen so ähnlichen Zellen sei, welche hier in sparsamer Menge gefunden werden und von einer Reihe von Autoren geläugnet wurden. Diese Beschreibung kann ich durchaus bestätigen.

Die für die anatomische Kenntniss des Rückenmarkes einflussreichste physiologische Frage ist die, welche Theile desselben als die Leiter zum Gehirn aufgefasst werden sollen. Die sich hier am schroffsten entgegenstehenden Annahmen sind diejenigen von Schroeder, welcher die Hinterstränge allein ohne jede Betheiligung der grauen Substanz als Leiter ansieht, und die von Schiff, der die graue Substanz einzig und allein dabei betheiligt glaubt. Was zunächst die Methode an sich angeht, so ist gegen diese vor Allem zu bemerken, dass eine isolirte Durchschneidung der ganzen weissen Substanz ebenso wenig wie die eines einzelnen Stranges möglich ist, dass insbesondere in den Hintersträngen die durchsetzenden Wurzelbahnen von der übrigen Masse nicht getrennt werden können. Aber selbst wenn sie gelänge, so setzt sie zu ihrer Verwerthung immer ein bestimmtes Verhältniss der grauen und weissen Substanz der Art voraus, dass die Höhe der einen der Höhe der anderen, die Höhe der weissen zum Gehirn aufsteigenden Masse so ziemlich der der eingetretenen Wurzelbahnen correspondire. Das ist, wie sich leicht beweisen lässt, nicht der Fall, und besonders in den Hintersträngen spricht die Entwickelung der Clarke'schen Säulen dafür, dass das Aufsteigen sehr lange Zeit in der grauen Substanz geschehen kann. Dass es aber beständig geschehe, das würde Schiff nie behauptet haben, wenn er sich die Mühe genommen hätte, bei verschiedenen Thieren und besonders auch beim Menschen die Entwickelung der grauen Substanz an verschiedenen Stellen des Rückenmarks zu verfolgen und zu erkennen, wie sie an einigen Stellen bis auf einen minimalen Theil reducirt scheint, während sie an anderen Stellen eine ganz unverhältnissmässige Entwickelung zeigt. Aus dieser einen Thatsache folgt, dass ein Hauptexperiment, worauf sich Schiff stützt, unmöglich irgend welche Beweiskraft haben kann. Schiff sowohl wie Brown Sequard beobachteten nämlich, dass nach vollständiger Durchschneidung der Hinterstränge oberhalb des Abganges der Wurzeln des N. ischiadicus die Empfindlichkeit für Schmerzeindrücke nicht nur nicht verloren ging, sondern sogar beträchtlich erhöht wurde, dass Hyperästhesie eintrat. Der Versuch in dieser

Form kann kaum beweisen, weil er die enorme Entwickelung der grauen Substanz im Gegensatz zur weissen in dieser Gegend unberücksichtigt lässt, aus welchem Verhältniss folgt, dass bis zu dieser Stelle jedenfalls nur ein kleiner Theil der mit den Hinterwurzeln zugeführten Bahnen schon wirklich in die Hinterstränge eingetreten ist, der grössere vielmehr sich noch in der grauen Substanz befindet. Eine andere Frage ist, wie lange sie sich darin halten. Die erwähnte Hyperästhesie aber, darüber kann wohl kein Zweifel sein, wird nur als eine pathologische Erscheinung aufgefasst werden können. Es möchte in dem Fall der totalen Durchschneidung auch schwer bestimmt zu ermitteln sein, ob und gerade wie viel Empfindlichkeit selbst im besten Falle übrig bleibt. Auf die übrigen Theile der Schiff'schen und Brown Sequard'schen Annahme liegt es nicht im Plane einzugehen, ich musste sie nur erwähnen, weil sie den Beweis geben wollten, dass die graue Substanz durchweg als Leiter der sensibeln Masse aufzufassen, die weissen Stränge dagegen an der Leitung unbetheiligt seien. Dieser Beweis ist nun, wie mir scheint, in den bisher gelieferten Erfahrungen nicht gegeben. Ich habe zum Schluss noch der Thatsache Erwähnung zu thun, dass das Zunahmeverhältniss der weissen wie der grauen Substanz von unten nach oben gar nicht in dem regelmässigen Verhältniss zu geschehen scheint wie es erforderlich wäre, wenn die bisherige schematische Vorstellung erschöpfend wäre. Auch dergleichen deutet auf einen complicirteren Wechsel der Bahnen als wir bis jetzt anzunehmen geneigt sind.

VI.

ÜBER DIE

ALLGEMEINEN STRUCTURVERHÄLTNISSE

DER

MEDULLA OBLONGATA

UND DER

MIT IHR IN VERBINDUNG STEHENDEN THEILE.

Wer in der Medulla oblongata den Knotenpunkt sehen will, in welchem zu der dem ganzen Körper entsprechenden Masse von Nervenfasern die verschiedenartigsten neuen Elemente hinzukommen, sich mannigfach verwickeln, mit einer Reihe scheinbar neuer Heerde in Verbindung gebracht werden, um dann endlich nach vielen Irrsalen dem Gehirn weiter zugeführt zu werden; wer die Menge der verschiedenartigsten Functionen bedenkt, für die mit mehr oder weniger grossem Recht das verlängerte Mark als nächster Ausgangspunkt gilt, der wird begreifen, dass es sich hier um einen Inbegriff von Zellen und Nervenbahnen handeln muss, wie er kaum verwickelt genug gedacht werden kann. Eine Reihe von Forschern, Stilling, Clarke, Kölliker etc., sind durch diese Reflexion nicht abgeschreckt worden, und besonders hat Stilling eine fast beispiellose Mühe der Erforschung der Theile gewidmet, leider, wie man gestehen muss, mit unverhältnissmässig geringem Erfolge. Nicht als wenn dieselben nicht zweckmässige Beschreibungen einzelner Theile geliefert hätten oder als wenn auf der Grundlage ihrer Untersuchungen sich nicht fortarbeiten liesse. Aber den leitenden Gedanken, der Licht und Verständniss in eins der dunkelsten Gebiete bringen soll, der die sonst gedankenlos nebeneinander gereihten Facta verbindet, den sucht man vergebens. Wer daraus den Schluss zieht, dass es sich

hier zum grossen Theile wenigstens um eine undankbare Aufgabe handelt, der hat gewiss so Unrecht nicht. Es ist eine Grenze vorhanden, welche die rein anatomische Methode nicht wird überschreiten können. Indessen scheint mir doch, dass sich etwas weiter gehen lässt, als es nach den vorliegenden Erfolgen thunlich scheint.

Zunächst, glaube ich, liegt es in der Natur der Verhältnisse, dass wohl kaum irgendwo ein ganz planloses Suchen so unbelohnt bleiben muss wie gerade hier. Man sehe darin kein absprechendes Urtheil, wenn ich einen grossen Theil der bisherigen Angaben ein planloses Suchen nenne. Nichts ist bei einiger Uebung leichter, als eine Reihe von mehr oder minder gelungenen Durchschnittsbildern zu zeichnen und zu beschreiben, und dass jedes dieser Bilder dem vorhandenen thatsächlichen Material etwas Neues hinzufügen werde, das ist bei dem Stand unserer Kenntnisse und der Complicirtheit des Baues selbstverständlich. Aber was ist damit gewonnen, was nützt die Beschreibung einer wenn auch noch so grossen Reihe von Durchschnittsbildern, wenn sie die innere Architektonik unerklärt lassen. Die mögliche physiologische Uebersicht wird eher noch verworrener, und der Wissenschaft ist schwerlich ein Dienst geschehen. So ist es völlig begreiflich, dass, wie Schroeder van der Kolk sagt, wer ohne vorherige genügende Reflexion Schritte durch die verschiedensten Regionen des verlängerten Markes versucht, bald verzweifeln muss, den Faden in diesem Wirrsal von Faserzügen zu finden, und dass er zuletzt, wenn er doch weiter arbeitet, höchstens im Stande sein wird, eine Reihe mehr oder minder gelungener Beschreibungen zu geben, die dann vielleicht eine Hypothese verbinden muss, um über eine so grosse scheinbar verlorene Mühe zu trösten. So sehr man bei den betreffenden Arbeiten den Fleiss und den Umfang der Bemühungen anerkennen wird, so kann man doch nicht anders als die Werke mit einem Gefühl der Unbefriedigung aus der Hand legen und mit der traurigen Reflexion, wie so viel Zeit, Mühe und ausgezeichnete Arbeitskraft fast völlig unbelohnt geblieben ist. Ich schreibe eine derartige Erfolglosigkeit, um zunächst ein mehr äusserliches Moment zu erwähnen, zunächst der einseitigen Untersuchung menschlicher Gehirne zu. Wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, liegt eine Reihe der wichtigsten Verhältnisse in der menschlichen Medulla oblongata so versteckt und verwickelt, dass es fast unmöglich scheint, einen Einblick zu gewinnen. Ein Blick dagegen auf das verlängerte Mark des ersten besten Säugethieres ist manchmal im Stande, ein solches Verhältniss mit einem Schlage klar zu machen. Ich erinnere

beispielsweise an den verschlungenen Verlauf des Facialis, der beim Menschen fast absolut nicht zu finden ist, wenn man nicht das Gesetz von den Säugethieren aus kennt, ich erinnere an die bei Thieren längst bekannte sogenannte obere Olive, die auch der Mensch besitzt, und dergleichen mehr. Die Methode in vollster Ausbildung würde hier eine ganz umfassende Vergleichung in sich schliessen, und man darf kaum bezweifeln, dass das allgemeine morphologische Princip hier selbst bei den niedersten Wirbelthierclassen keine principiellen Unterschiede aufweist und dass eine Reihe der bei Menschen complicirtesten Bildungen sich bei niederen Wirbelthieren mit überraschender Einfachheit präsentiren werde. Aber die Aufgabe würde unter solchen Umständen Dimensionen annehmen, dass sie von einem Einzelnen nicht unternommen werden dürfte. Ebenso wird es sich hier mit der Berücksichtigung der pathologisch anatomischen und klinischen Verhältnisse wie der Entwickelungsgeschichte verhalten, welche auf jeden Fall bei einer Reihe von Fragen das letzte Wort werden sprechen müssen, und ohne deren Berücksichtigung eine Reihe von Thatsachen jedenfalls nicht entschieden werden kann.

Ohne also auf derartige Forderungen, die sich ebenso wie das physiologische Experiment in ihrer Bedeutung von selbst verstehen, näher einzugehen, will ich eine weitere Forderung an die Spitze stellen, ohne welche, wie mir scheint, kaum ein genügendes Resultat erwartet werden kann. Das planlose Suchen, wie es in den meisten seitherigen Gehirnarbeiten sich geltend macht, muss wo immer möglich umgangen werden, und weiter, so ketzerisch es klingen mag, man muss von einer bestimmten leitenden Idee, vielleicht geradezu von einer vorgefassten Meinung ausgehen. Ist solche vorgefasste Idee richtig, nun, so wird es keinen besseren Weg geben zu weiteren Entdeckungen, ist sie aber unrichtig, so wird sie durch die folgende Beobachtung bald unschädlich gemacht werden. Als einen solchen vorherbestimmten Gedanken möchte ich z. B. die Reflexion hinstellen, dass die Medulla oblongata und ihre nächste Fortsetzung als ein modificirtes Stück Rückenmark aufzufassen sei, wo sich die Verhältnisse zwar sehr ändern, wo aber immerhin das bestimmte Schema noch wiederzuerkennen sein muss. So weit embryonal die chorda dorsalis reicht, haben wir in dem ganzen Bulbus rachiticus des Centralorganes den regulären Typus des Rückenmarkes zu vermuthen; wir haben jedenfalls die Pflicht, zunächst den Versuch zu machen, ob dieses Gesetz sich hier bestätigen lässt. Diesen Gedanken muss natürlich Jeder gehabt haben, der sich nur mit einiger Ueber-

legung eine Vorstellung von dem complicirten Bau der Medulla oblongata zu machen versucht hat. Ich bin von theoretischen Spielereien hier weit entfernt, aber ich glaube, dergleichen Ausgangspunkte sind der einzig richtige Weg, um sich in diesem Labyrinth von Theilen zurecht zu finden. Es dürfte sich, scheint mir, von selbst verstehen, dass alle Nerven, mit Ausnahme vielleicht des Opticus und des Olfactorius, dem Schema der übrigen Rückenmarksnerven unterzuordnen sein werden. Ob ein solcher Vergleich, der also nicht, wie Funke meint, eine nutzlose theoretische Speculation, sondern der ein unumgänglich nöthiges Hülfsmittel zur möglichen Erkenntniss ist, ob ein solcher Vergleich schon jetzt im Einzelnen durchzuführen ist, muss sich zeigen. Aber das Princip muss festgehalten werden. Statt dessen hört man in den bisherigen Beschreibungen von zerstreuten Massen grauer Substanz, von denen Nerven ausgehen sollen, man hört von einer Reihe von sonstigen ganz neu erscheinenden Fasermassen, z. B. den circularen, von ganz neuen Massen grauer Substanz, z. B. den Oliven, sogar von zerstreut und ordnungslos in der Medulla oblongata herumirrenden Zellen, und so muss natürlich ein Bild entstehen, bei dem weder Anfang noch Ende abzusehen ist. Die Medulla muss nicht nur in ihrer allmäligen Entwickelung aus dem Rückenmarksschema heraus, sie muss auch in den möglichen Veränderungen, welche die zusammensetzenden Theile eingehen, und sie muss in ihren weiteren Verhältnissen und Verbindungen zu weitergelegenen Theilen untersucht werden. Erst wenn dies geschehen, so wird man sich zu fragen haben, ob noch eigenthümliche, nicht unterzubringende Faserzüge, ob noch fremde graue Massen, die z. B. eine Art Anfang sich bildender Hemisphären darstellen, übrig bleiben. Ich stelle also an die Spitze: wenn man die Lagerungsveränderungen, welche die verschiedenen Rückenmarksabschnitte beim Eintritt in die Medulla oblongata einnehmen, feststellt, wenn man die eintretenden Nerven dem Rückenmarksschema in jeder Beziehung unterordnet, also ihre Theile auch dieselben Veränderungen durchmachen lässt, wenn man endlich die Verbindungen der in das verlängerte Mark eintretenden Theile, also die Crura cerebelli, in ihren verschiedenen Richtungen feststellt, ihnen bis ins Einzelne nachgeht, so hat man die Gesichtspunkte, welche das ganze Schema des Bulbus rachiticus bis über den Pons Varolii hinaus zu erklären im Stande sind und welche kaum noch etwas völlig Fremdes übrig lassen. Dieses Schema schliesst also an sich nichts Gezwungenes in sich, und die übrig bleibende Frage würde nur die sein, ob es eben Alles erklärt. Ich glaube nicht, muss aber wegen des Einzelnen auf die folgende Betrachtung verweisen.

Geht man von der angedeuteten Idee aus, so ergiebt sich schon von selbst eine Reihe von Unmöglichkeiten, die in den bisherigen Angaben mit untergelaufen waren, und deren Widerlegung durch die directe Beobachtung nicht möglich schien, auch nicht versucht worden ist. So ist es z. B. eine morphologische Unmöglichkeit, wenn es heisst, ein gewisser Nerv entspringt vom kleinen Gehirn, oder der N. Trigeminus ist die directe Fortsetzung bestimmter Rückenmarksstränge, oder die Oliven sind Hülfsganglien bestimmter Nerven, oder die sogenannten Kerne der Gehirnnerven sind als deren wirkliche Enden aufzufassen, und was dergleichen Angaben mehr sind. Dass Angaben der Art möglich gewesen und sich zum Theil ohne Weiteres Eingang verschaffen konnten, beweist mehr wie alles Andere, wohin hier ein planloses Suchen führen muss, und dass es nicht überflüssig oder unwichtig ist, hier mit allem möglichen Nachdruck auf das Schema aufmerksam zu machen, nach dem jedenfalls zuerst gesucht werden muss. Ob sich dann Abweichungen finden, wird natürlich abzuwarten sein. Aber von Abweichungen auszugehen, darin wird die Logik vermisst werden, deren die histologische Methode unmöglich entbehren kann. Ich möchte wünschen, dass man in nachfolgenden Mittheilungen nicht finden möchte, dass dergleichen aprioristische Annahmen von störendem Einfluss auf den Gang der einfachen Untersuchung gewesen.

Es soll demnächst im Folgenden zunächst ein übersichtlicher Einblick in die Structur der Medulla oblongata gegeben werden, bei dem die vorerwähnten Gesichtspunkte einen leitenden Anhalt für die betreffenden Fragen geben werden. Der Uebergang der Medulla spinalis in die Medulla oblongata geschieht bekanntlich nicht plötzlich, nicht als wenn zwei heterogene Elemente ineinandergefügt wären, er geht allmälig und gesetzmässig vor sich, und die grosse Verschiedenheit, welche schliesslich doch in den entlegeneren Gebieten zum Vorschein kommt, lässt sich bei genauer Untersuchung auf nicht gar zu complicirte Lagerungsverhältnisse zurückführen.

An den Stellen, wo man die ersten Veränderungen der Medulla spinalis zur oblongata bemerkt, erkennt man sogleich eine Reihe von Erscheinungen, welche auf das zuletzt erscheinende Bild hinarbeiten. Der Centralcanal des Markes öffnet sich in den vierten Ventrikel. Alle Theile, welche hinter und neben diesem Canal gelegen haben, rücken dadurch weit auseinander auf die Seite; gleichzeitig verändern die bisherigen Rückenmarksstränge alle mehr oder weniger ihre Ausdehnung und ihre Lage, so dass es später schwer wird, die Theile wiederzuerkennen, welche den ursprünglichen Rückenmarkspartien entsprechen

und als deren directe Fortsetzungen aufgefasst werden müssen. Gleichzeitig erscheint, und das ist wohl die erste sichtbare Veränderung, eine dritte Nervenbahn, welche seitlich in einem dünnen Nervenstrang die Seitenstränge durchbohrt und das Rückenmark verlässt. Schon weiter herunter am Halsmark, bei Wiederkäuern noch viel tiefer, wenn auch nicht so tief wie Lenhossek meint, sieht man von der seitlichen Peripherie der grauen Substanz ungefähr in deren Mitte ein schmales Nervenbündel abtreten und als selbstständigen Stamm das Rückenmark verlassen. Man sieht also drei Systeme von Nervenbahnen das Mark verlassen. Auf diese drei Systeme sind sämmtliche sogenannten Gehirnnerven der Medulla oblongata zurückzuführen, sie können als die fast ganz directe Fortsetzung des einen oder des anderen derselben mit Leichtigkeit erkannt werden, und es kann höchstens als eine Bequemlichkeit des Ausdrucks erlaubt sein, wenn man für die betreffenden Endigungsorte den selbstständigen Namen von specifischen Nervenkernen einführt. Um diese drei Systeme als etwas Beständiges zu verstehen ist ein zweiter Punkt zu beachten. Man lässt gewöhnlich die sensibeln Faserbahnen in der Höhe des Hypoglossus ihr Ende finden, und führt es höchstens als interessante Ausnahme an, wenn bei Wiederkäuern zuweilen eine sensible Partie am Hypoglossus bemerkt wird, oder wenn man den Vagus bei Fischen mit doppelter Wurzel entspringen sieht. Es erscheint als interessante Analogie, wenn der Trigeminus einmal wieder mit zwei Wurzeln erscheint und gewissermaassen unerwartet einen Rückenmarksnerven nachahmt. Ein Verständniss dieses Verhaltens ist bisher nicht zu erreichen gewesen. Dasselbe ist aber möglich. Das Verschwinden des sensibeln Fasersystems ist nur ein scheinbares. Die graue Masse des Rückenmarks, welche das Hinterhorn und seine Basis umfasst, ist auch in die Medulla oblongata in unveränderter Weise zu verfolgen, wie dies bekannt ist, und lässt sich leicht bis unter den Pons hin erkennen. Dieses sensible Horn, welches während des Rückenmarksverlaufes die sensibeln Rückenmarksnerven abgegeben hat, kann, dafür spricht seine unveränderte innere Einrichtung, während seines Verlaufes durch die Medulla oblongata sich nicht anders verhalten. Von ihm abgehende sensible Partien müssen gefunden werden und sie lassen sich finden und zwar in verschiedener Weise. Zunächst kann man erkennen, dass während des ganzen Verlaufes der hinteren Colonnen ununterbrochen sensible Faserzüge heraustreten, welche aber nicht das Mark verlassen, sondern sich in der Peripherie der sensibeln Colonnen zu einem selbstständigen Faserbündel sammeln, dessen Durchschnittsbild auf allen Schnitten

bis unter dem Pons erscheint, und immer mehr, wenn auch wenig, zunimmt. Dieses Faserbündel ist nichts weiter als die Wurzel des Trigeminus, der also in seiner sensibeln Portion als die ganz directe Fortsetzung der sensibeln Rückenmarksnerven aufzufassen ist, und damit einen grossen Theil seiner bisherigen Räthselhaftigkeit verliert. Der Trigeminus ist indessen nur die Partie der sensibeln Wurzeln, welche am Weitesten nach hinten entspringt und daher am directesten die Fortsetzung des sensibeln Systems darstellt; die einzige ist er aber nicht. Der zum Trigeminus anschwellende Faserzug verdickt sich nach seinem ersten Entstehen nur wenig, so dass die grösste Masse seines Ursprungs in die tiefste Partie zu legen ist. Die graue Masse der sensibeln Colonne muss also während ihres Verlaufes noch andere dem sensibeln Schema zugehörende Nervenbahnen absenden. Dieselben sind zum Theil direct, zum Theil dann verständlich, wenn man das dritte seitliche Fasersystem ins Auge fasst, dessen erster Anfang der Accessorius ist.

Das ganze Auftreten dieses dritten Fasersystems zeigt sich bei genauer Einsicht kaum als etwas so Selbstständiges, wie es dem ersten Blick erscheint. Schon beim Accessorius lässt sich erkennen, wie derselbe an der Stelle, wo er die graue Masse zuerst berührt, nicht endigt, sondern sich biegt und entweder direct oder nach kurzem geraden Verlaufe in der Zellenmasse der Vorderhörner sich verliert (ich spreche hier von seinem ersten Anfang), sich also von dem Verhalten der übrigen motorischen Faserzüge nicht unterscheidet. Man kann ihn demnach hier einfach nur als ein selbstständig gewordenes Faserbündel der motorischen Provinzen auffassen. In derselben Weise aber kann sich auch an der sensibeln Partie ein Faserbündel oder mehrere isoliren und in die Seitenstränge nach auswärts treten, ohne sich sonst anders wie die sensible Bahn zu verhalten. Das dritte Fasersystem kann so auch eine sensible Portion erhalten und somit die Bedeutung eines gemischten Nerven gewinnen, der ohne eingefügte Ganglien beiderlei Fasern in einen einzigen Stamm gesammelt enthält. So erhält man also am Ende des Rückenmarks, was die austretenden Nerven angeht, ein schematisches Bild, welches drei Systeme austretender Nervenstämme in sich enthält, ein motorisches, ein sensibles und ein möglicherweise von Anfang an gemischtes. Man verfolge die Fortsetzungen der grauen Masse des Rückenmarks in der Medulla oblongata, man vergleiche damit das Schema dieser drei Nervenbahnen und man wird nicht gerade schwer die verschiedenen Nerven des verlängerten Markes dem Schema einordnen können. Das Princip hat dann etwas durchaus Ungezwungenes,

ist keine theoretische Speculation und dient ebenso zum anatomischen Verständniss der Medulla und der Nervenendigungen in ihr, wie auch zum physiologischen Verständniss der abgeschickten Nervenbahnen.

Als die directen Fortsetzungen des motorischen Systems, dessen graue Endigungsmassen also als unmittelbare Fortsetzungen der Vorderhörner des Markes aufzufassen sind, nehme ich an die Nervi Hypoglossus, Abducens, Trochlearis, Oculomotorius. Die directen Ausläufer des seitlichen Systems sind in ununterbrochener Fortsetzung Accessorius (dieser vielleicht noch rein motorisch), Vagus und Glossopharyngeus. Im weiteren Verlaufe trennt sich das seitliche System wieder in zwei Partien, so dass wieder getrennte motorische und sensible Bahnen erscheinen, die aber dann doch noch eine gewisse Zusammengehörigkeit behalten. So folgt der Acusticus und Facialis, hinsichtlich deren ich hier schon bemerke, dass der Acusticus sich durchaus wie ein sensibler Nerv verhält und von den Theilen entspringt, die als Fortsetzungen der sensibeln Rückenmarkspartien aufzufassen sind. Jenseits derselben hört die scharfe Trennung auf. Die motorische Partie des Trigeminus repräsentirt noch den letzten Rest der seitlichen Region, der sie sich in ihrer Aehnlichkeit mit der Facialisbahn sehr nähert. Die sensible dagegen ist als alleinige Fortsetzung der sensibeln Rückenmarksprovinzen aufzufassen.

Nicht bei allen genannten Nervenbahnen ist das bezeichnete Verhältniss leicht zu erkennen. Mehr noch wie bei den Rückenmarksbahnen ist hier zu bemerken, wie die Nervenbahnen der eingetretenen Wurzeln meist erst einen verschlungenen Verlauf nehmen, ehe sie in die terminale graue Masse einmünden. Hierbei kann es nicht nur vorkommen, dass ein Nerv in derselben Ebene lange Bogen vielleicht durch ganz heterogene Theile hindurch beschreibt, wie der Acusticus, wenn er sich um die Crura cerebelli theils herumschlingt, theils sie durchbohrt; nein es ist möglich, dass der Nerv als Stamm durch mehrere Ebenen hindurch verläuft, manchmal eine lange Bahn beschreibt, ehe er sein Ende erreicht. Um in der Beziehung gleich an das auffallendste Beispiel zu erinnern, nenne ich den Facialis, der im Innern der Medulla oblongata fast am Boden des vierten Ventrikels als Stamm ein vollständiges Knie beschreibt, um dann erst auf der Höhe ungefähr der Oliven sein wirkliches Ende zu finden. Aehnliche Unregelmässigkeiten, wenn auch nicht so exquisit, zeigt der Vagus, die motorische Wurzel des Trigeminus etc. Ja, um auch von kleinen Unregelmässigkeiten der Art zu sprechen, so liegt der Stamm des Vagus und Accessorius meist nicht genau in der

Ebene des Hypoglossus, so dass ein Schnitt der den einen der Länge nach trifft, den anderen vielleicht mitten durchtrennt.

Es ist aber nicht bloss das eben erwähnte mehr numerische Verhältniss, welches dem Satz entgegenzustehen scheint, dass Rückenmark- und Medulla-Nerven von einem Schema umfasst werden, sondern die Schwierigkeit liegt fast noch mehr in der Bestimmung der wirklichen Endigung. Meist heisst es, die Nerven treten mit bestimmten Massen grauer Substanz in Verbindung, welche den Namen von Nervenkernen erhalten, deren Lage bei Weitem nicht immer regelmässig, indess oft schwer genug bestimmbar ist. Mit der Angabe, dass dasjenige, was man als Nervenkerne bezeichnet, nur als directe Fortsetzung einer oder der anderen Rückenmarkssubstanz aufzufassen ist, ist die Sache auch noch nicht allein abgethan. Wie ich gleich zeigen werde, ist dieses Princip zunächst allerdings richtig, die sogenannten Nervenkerne sind immer diesem Gesichtspunkt unterzuordnen, es sind nie beliebig erscheinende graue Massen, sondern immer gesetzmässig liegende Rückenmarksfortsetzungen. Aber indem sich die graue Masse in die Medulla oblongata hineinerstreckt, bildet sie nicht immer zusammenhängende Massen, sondern sie wird zugleich durch kreuz und quer sie durchsetzende Nervenbahnen und durch eigene Wucherungen um solche Bahnen herum sehr weit gespalten und in einem weitläufigen Maschenwerk über einen grossen Raum vertheilt. Man würde also in bestimmten Fällen unvollständig bleiben, wenn man ohne Weiteres nur die Stellen als die wirklichen Nervenendpunkte auffasste, wo die graue Masse eine gewisse Mächtigkeit behält, dagegen die vielleicht direct dazu gehörige maschenförmige Masse in der nächsten Nähe ignorirt. Ist ja, wie ich auseinandersetzen werde, fast die ganze Masse der Medulla oblongata als ein Maschenwerk grauer Substanz aufzufassen, in deren Maschen die weissen Stränge liegen. Dieses Maschenwerk ist an bestimmten Orten von den eigentlichen sogenannten Nervenkernen schwer zu trennen und für manche Nerven wird auf diese Weise die Nervenendigung eine ganz diffuse Strecke einnehmen, die auch für die ganz oberflächliche Einsicht kaum mehr das Ansehen eines circumscripten Kernes bietet, aber trotzdem immer nichts weiter als eine directe Weiterentwickelung der grauen Rückenmarksmasse darstellt. Es ist nach diesen Angaben ferner verständlich, wie die sogenannten Nervenkerne im Allgemeinen an eine bestimmte Lagerung gebunden sind, also um den vierten Ventrikel und dessen Fortsetzungen, wie sie andererseits weit auf die Seite gerückt in den Fortsetzungen der Hinterhörner zu suchen sein werden, und wie durch dergleichen Spaltungen der grauen Masse ein Nerven-

ursprung auf einmal sehr weit verrückt, an einer scheinbar ganz vergleichungslosen Stelle erscheinen kann. So also z. B. der Trigeminus und Facialis u. s. w., deren näheres Verhältniss sich aus der genaueren Beschreibung ergeben wird.

So viel über die nächste Nervenendigung in der Medulla, deren Gesetz also darin liegt, dass die sogenannten Nervenkerne als Fortsetzungen der allerdings modificirten grauen Rückenmarkssubstanz aufzufassen sind und dadurch dem ganz einfachen Rückenmarksschema anheim fallen. Man kann aber weiter gehen. Die graue Masse des Rückenmarks erscheint uns als nächster Centralpunkt der eingetretenen Nervenbahnen, deren weitere Aufgabe aber darin ruht, eine Vermittelung mit dem grossen Gehirn möglich zu machen, die in den aufsteigenden centripetalen Fasern der verschiedenen weissen Rückenmarksstränge hergestellt wird. Also auch für die Medulla oblongata dürfen die sogenannten Kerne der Nerven nicht ohne Weiteres als die wahren Endpunkte aufgefasst werden, sondern es gilt auch an ihnen analoge Leitungsbahnen zum grossen Gehirn zu finden, wie sie im Rückenmark in den Vorder-, Seiten- und Hintersträngen gegeben sind. Das muss gelingen und wie weit es möglich ist, werde ich bei den speciellen Abschnitten auseinanderzusetzen versuchen. Hier soll der Thatsache nur erwähnt sein, um einen Theil des grossen Fasergewirres in der Medulla zu erklären. Wie viel Mühe es machen muss, darüber zu einem sicheren Resultate zu kommen, folgt schon aus dem Umstande, dass vor dem Abgange der meisten Gehirnnerven die Dislocationen erfolgen, welche an einem grossen Theile der Rückenmarksstränge im verlängerten Marke bemerkt werden. Dass diese Stränge überhaupt existiren resp. Theile, welche ihnen entsprechen, dafür liegt das zweifelloseste Beispiel in den Nerven, welche erst abgehen, nachdem fast alle Rückenmarksstränge schon bestimmte Veränderungen durchgemacht haben, also der Oculomotorius und der Trochlearis.

Ich sagte, das zweite Moment, welches das verlängerte Mark als ein verändertes Rückenmark verständlich macht, ist Untersuchung der Veränderungen, welche an den Fortsetzungen der einzelnen Rückenmarkspartien bemerkt werden. Hier werden natürlich zu unterscheiden sein Leitungsbahnen, die das Rückenmark heraufführt, und directe Fortsetzungen selbstständiger Ganglienzellen-Gruppen, also Veränderungen der grauen Substanz. Ich betrachte zunächst die Veränderungen resp. die Fortsetzungen der grauen Substanz, also die Theile, welche in der Medulla oblongata als Aequivalente der grauen Massen des Rückenmarks aufzufassen sind. Schon im

Rückenmark selbst hat die graue Masse nicht an allen Stellen die bekannte schematische Umgrenzung. In der Partie der Regio dorsalis ähnlich wie in der Halsgegend sieht man oft die Mitte zwischen beiden Hörnern noch gegen die Seitenstränge hin zu einer selbstständigen Spitze ausgezogen, der man einen besonderen Namen gegeben hat (seitliche Nebenhörner, Jacubowitsch), und die der späteren Eintrittsstelle des Accessorius der Lage nach entspricht, die auch scheinbar durch eine eigenthümliche Gruppirung der Zellen ausgezeichnet ist. Diese Gegend gewinnt bei dem Uebergang der Medulla spinalis zur oblongata ein hervorragendes Interesse. In dem erwähnten Winkel erscheint eine maschenförmige Anordnung der grauen Substanz, die man als eine diffuse Zerklüftung derselben auffassen kann, und in deren Maschen die Bündel der Seitenstränge gelegen sind. Man kann sich diese Anordnung in verschiedener Weise entstanden denken, entweder dadurch, dass die graue Masse um die weisse herumwuchert, oder dass zu den Seitensträngen hinziehende Faserbündel die graue Substanz gar nicht verlassen, sondern sich in ihr zu Strängen anhäufen und sie auseinanderdehnen. Ein drittes Moment kommt hinzu. Die Maschen erscheinen im selben Verhältniss, als andere Stränge ihre Richtung verändern, die graue Substanz durchbohren und sie dadurch zu einer maschenförmigen Anordnung nöthigen. Alle diese Umstände treten hier, wie demnächst im Einzelnen auseinanderzusetzen, zusammen, um das Bild zu erzeugen, welches den Namen formatio reticularis erhalten hat. Die graue Substanz ist es also hier, welche förmlich auseinandergerissen wird, ohne dabei ihren wesentlichen Charakter einzubüssen, und diese bündelförmige Anordnung bezieht sich, wie ich schon hier angebe, nicht nur auf die graue Substanz der motorischen Partien, sondern auch auf die Basis des Hinterhornes, die schon wesentlich als sensible Provinz aufzufassen ist. Das erwähnte Verhältniss an den Anfängen der genannten Anordnung ist natürlich nicht unbekannt, es ist ja auch z. B. gerade beim Menschen schon mit blossem Auge zu sehen und bildet hier eine ganz bestimmt abgegrenzte Region, welche zwischen den eigentlichen Seitensträngen den Winkel zwischen Vorder- und Hinterhörnern ausfüllt.

Das nämliche Princip hat man sich in grösster Ausdehnung nun in der Medulla oblongata zu denken, die man in den oberen Partien ohne Fehler als ein fein aufgelöstes Maschenwerk grauer Substanz ansehen kann, in deren Maschen die Bündel der weissen Stränge verlaufen. Wenn man bei Thieren, bei Menschen ist es nicht so deutlich, vom Anfang des Accessorius an Schnitt auf Schnitt sich folgen lässt, so sieht

man die Bündelformation des erwähnten Winkels sich immer mehr vergrössern, immer mehr um den Rest der grauen Vorderhörner herum wachsen, und zuletzt sich so weit erstrecken, dass sie fast an die Peripherie heranreicht und mit dort erscheinenden grauen Kernen verbunden ist. Die Masse der auf einem Punkt abgehenden dicken Nervenstränge setzt eine Entwickelung der grauen Substanz voraus, die in einer einfachen Fortsetzung der Vorderhörner mit unveränderter Grösse nicht gegeben sein kann. Graue Massen in einfach vermehrter Menge würden natürlich ein unverändertes Ansehen zeigen können, wenn eben nicht in der veränderten Lage der übrigen dem Rückenmark entsprechenden Theile völlig neue Bedingungen hinzugetreten wären.

Nun aber verändert eine grosse Reihe von Nervensträngen hier plötzlich ihre Bahn, die Hinterstränge z. B. ziehen als Fibrae circulares durch die graue Substanz in weiten Bogen nach oben, andere Faserzüge senken sich vom kleinen Gehirn her in die Medulla ein, die centripetalen Bahnen der Gehirnnerven müssen eine den Rückenmarkssträngen entsprechende Lage und Direction annehmen, die Gehirnnerven ziehen zum Theil als breite Stränge durch die graue Masse eine lange Strecke weiter — so sind in der That alle Bedingungen gegeben, nach denen sonst zusammengehörige Theile der grauen Masse in leichtester Weise durchbrochen und auseinandergerissen werden können. Und so lässt sich in der That dies an den meisten Stellen leicht übersehen. Aber nicht die ganze Masse der der grauen Rückenmarkssubstanz und insbesondere der Vorderhörner entsprechenden Partie wird in dieser Weise zu einem gröberen Maschenwerke zerklüftet. Die innersten, den Centralcanal direct umlagernden Partien bleiben meist unverändert, und so ist es erklärlich, dass sie auf den ersten Blick als die alleinigen Fortsetzungen der grauen Substanz des Rückenmarks erscheinen. Es ist also nach dem Angeführten nicht genau, wenn man die unmittelbar am Boden des vierten Ventrikels gelegenen Theile als die einzigen Fortsetzungen der grauen Substanz des Rückenmarkes auffasst, sondern eben fast der ganze Umkreis der Medulla ist als ein Netzwerk anastomosirender Balken grauer Substanz anzusehen, welche durch massenhaft zwischen ihnen verlaufende weisse Faserzüge weit auseinandergerissen werden. In solcher Auffassung ist es also erklärlich, warum die graue Masse gegen ihre ursprüngliche Bedeutung an den entferntesten Theilen auftreten kann, ohne doch etwas anderes wie Fortsetzung und starke Entwickelung der Rückenmarksmassen zu bilden; es wird erklärlich, warum die in solcher grauen Masse entstehenden Nerven unter Umständen weit vom Boden des vierten Ventrikels ent-

fernt werden können. Mehrere Nervenursprünge. sogenannte Nervenkerne, sind nur in solcher Auffassung zu verstehen. Nur so ist es erklärlich, warum die Medulla oblongata in ihrer ganzen Dicke die Lagerungsstätte für solche Elemente abgeben kann, welche denjenigen der grauen Rückenmarkssubstanz morphologisch vollständig entsprechen. An allen Orten ist die graue Masse der Träger von Ganglienzellen der verschiedensten Art, zuweilen von enormer Grösse, die oft scheinbar ganz isolirt in derselben liegen, die auch bisher wohl bekannt waren, aber unmöglich verstanden werden konnten.

Der Begriff von scharf umgrenzten grauen Massen, welche, in der Medulla oblongata zerstreut liegend, die Ursprungsstätte der Gehirnnerven abgeben sollen und welche als sogenannte Nervenkerne bezeichnet wurden, ist nach diesen Auseinandersetzungen zu modificiren. Nicht nur die Theile dürfen als Nervenursprünge angesehen werden, wo die graue Masse ein mehr ununterbrochenes Gefüge behalten hat, sondern auch die benachbarten Balken des groben Maschenwerkes sind dahin zu rechnen, und so fällt denn auch hier die Grenze, welche die Ursprünge von Spinal- und Medullarnerven bisher zu trennen schien, mehr oder weniger hinweg. Das Nähere bei den einzelnen Nerven.

Die erwähnten Anordnungen sind am augenscheinlichsten und am leichtesten verständlich an den ersten Anfängen der sogenannten *circulären Faserzüge*, welche in die maschenartig aufgelöste graue Substanz eingebettet sind, an welcher Stelle schwer zu unterscheiden ist, wo die directe Fortsetzung der grauen Masse aufhört, und die veränderte zerklüftete Substanz anfängt. Hier kann man erkennen, wie die graue Masse in ihren verschiedenen Theilen von den sich erhebenden Faserzügen der Hinterstränge, von den sie durchbohrenden eintretenden Nervenbahnen durchzogen und durchbrochen wird. Auf die genannte Weise bleiben nun aber an oder in der Nähe des Bodens des vierten Ventrikels immer zusammenhängende Massen grauer Substanz übrig, die dem entsprechen, was man als Hypoglossus-, Vagus-, Abducens-, Oculomotorius- und Trochleariskerne bezeichnet.

Die eben beschriebenen Veränderungen beziehen sich wesentlich auf die *Vorderhörner* und die *Basis* der Hinterhörner und diejenigen Theile, welche diesen als Fortsetzungen dienen. In ganz ähnlicher Weise können aber auch die *eigentlichen Hinterhörner* und die der unteren Fläche ihrer Basis in der Mitte entsprechenden Theile durch die ganze Länge der Medulla oblongata mehr oder weniger genau verfolgt werden. Die Lage wird natürlich eine andere. Bald nach dem Verschwinden der austretenden sensibeln

Wurzeln öffnet sich bekanntlich der Canalis centralis des Rückenmarks in die vierte Hirnhöhle, und je mehr sich dieselbe ausdehnt, in demselben Verhältniss müssen alle Theile, welche anfangs direct um den Canal herumgelegen hatten, weit von einander entfernt werden. So erhalten die Hinterstränge und ebenso die Hinterhörner eine ganz seitliche, von ihrer seitherigen Lagerung weit entfernte Stelle, und die sonst bekannte Rückenmarksfigur wird schon dadurch beträchtlich verändert. Allmälig verschwindet dann scheinbar jeder Zusammenhang dieses seitlich verschobenen Hinterhornes, das bis zur Austrittsstelle der Trigeminuswurzeln sichtbar bleibt, mit den inneren oder mittleren Partien, welche als Fortsetzungen der Vorderhörner gelten. Diese vollständige Trennung ist wie oben angegeben nur eine scheinbare, die mittleren Partien, welche die Verbindungen der beiden Hörner darstellen und theilweise dem einen, theilweise dem anderen angehören, nehmen eine so weit veränderte Gestalt an, dass sie zuletzt jeden Schein der Selbstständigkeit verlieren. Die nach oben den Vordersträngen zugekehrte Partie nimmt, wie auseinandergesetzt, an der Bildung der formatio reticularis Theil, bildet sogar später einen Haupttheil derselben und ist jedenfalls ein Hauptursprungsort für die sensibeln Fasern vom Vagus, Glossopharyngeus und Acusticus. Aber auch nach unten zu nimmt diese mittlere Partie eine mächtige Entwickelung an, indem sie in die Hinterhörner zum Theil direct, zum Theil in einen besonderen Abschnitt derselben hineinwuchert. Man entschuldige diese genetische Ausdrucksweise, die aber, wie mir scheint, das Verständniss erleichtert. Bekanntlich erscheint in der Nähe des Halsmarkes schon ziemlich früh eine Trennung der Hinterstränge, indem die innersten Theile durch einen charakteristischen Bindegewebszug zu den von Kölliker sogenannten Goll'schen Keilsträngen abgegrenzt werden. In diese zieht ein Fortsatz der grauen Masse hinein, von unten nach oben immer mehr zunehmend und die Masse zuletzt vollständig ausfüllend, während die Masse der Hinterstränge in demselben Verhältniss abnimmt. In gleicher Weise lässt die graue Masse noch eine zweite, zwischen Hinterhorn und Goll'sche Stränge sich einsenkende Masse erkennen, welche auch nach unten drängend die Masse der eigentlichen übrigen Hinterstränge zuletzt vollständig verschiebt. Auf diese Weise erhält die vierte Hirnhöhle auf ihrem Boden eine vollständige graue Auskleidung, die an verschiedenen Stellen eine verschiedene Ausbildung zeigt und nur an wenigen Orten auf kurze Strecke durch die Vorderstränge oder durch herabdrängende Nervenbahnen (Facialis) ver-

schoben wird. Nicht im ganzen Verlauf der vierten Hirnhöhle indessen darf diese unmittelbare Auskleidung als Rest allein dieser Partien, die der Basis der Hinterhörner mehr oder weniger entsprechen, aufgefasst werden. Man erkennt nämlich, dass gleichzeitig die sogenannte Substantia gelatinosa centralis besonders in ihren bindegewebigen Massen stark wuchert, und besonders später, wo die Nervenursprünge fast alle abgegeben sind, eine sehr entwickelte Gestaltung annimmt. So schon in der Gegend des Trigeminusursprungs, so dann besonders als graue, den Aquaeductus Sylvii auskleidende Masse, die vom dritten Ventrikel aus, den sie ebenfalls auskleidet, sich bis in das Infundibulum erstreckt.

Neben diesen eben beschriebenen Veränderungen der grauen Masse in der Medulla oblongata, welche ohne grosse Mühe dem Rückenmarksschema eingereiht werden können, sobald man nur in der angedeuteten Weise die einzelnen austretenden Nerven versteht, wird als Hauptcharakter der Medulla oblongata und als Unterschied von dem Rückenmark das Auftreten ganz selbstständiger neuer grauer Massen aufgeführt, welche mit ebenfalls selbstständigen Fasersystemen in Verbindung stehen, und im Wesentlichen vollständig neue wirkliche Centralherde darstellen. Zu solchen neuen Herden rechnet man den sogenannten Olivenkern, den Olivennebenkern, den Pyramidenkern, eine weitere von Clarke beschriebene seitliche graue Masse, endlich die specifischen grauen Massen des Pons, und man spricht endlich von einer Masse zerstreut auftretender zelliger Elemente grösster Form, in deren Lagerungsstellen und Bedeutung bisher auch keine Andeutung eines Gesetzes gefunden werden konnte. Auch für solche Verhältnisse muss eine morphologische Erklärung gesucht werden. Man kann sich zunächst die Frage vorlegen, wie viel von solchen Theilen auf eine massenhafte Entwickelung der der grauen Substanz des Rückenmarks einfach und direct entsprechenden Theile zu beziehen sei. Wenn ich das für einige der genannten wenigstens versuchen möchte, so mache ich noch einmal und besonders darauf aufmerksam, dass wir auch im Rückenmark selbst nicht das geringste Recht haben, alle Provinzen, alle Zellen, die derselben Provinz angehören und bei denen wir ähnlichen Bau erkennen, ohne Weiteres als gleichbedeutende Nervenendpunkte aufzufassen, sondern dass auch hier verwickelte Bahnen existiren können, über deren Wesen und Bedeutung uns noch nicht Alles klar sein kann.

Also wenn z. B. Massen als in morphologischer Entwickelung einfach den Vorderhörnern oder besser gesagt den motorischen Pro-

vinzen entsprechend dargestellt werden, so folgt daraus noch keineswegs, dass derartige Theile so ohne Weiteres als directe und einfache Endigungen eingetretener Nervenbahnen aufzufassen sind. Ich erinnere an die Stilling'schen Kerne, an die grauen Massen, welche in die Hinterhörner eintreten, an die grauen Massen, welche zu den Seiten des Accessorius in die Seitenstränge hineinwachsen etc. So ist es denn auch möglich, dass auch in der Medulla oblongata auftretende Ganglienmassen nicht ohne Weiteres als neue Nervenkerne aufzufassen sind, dass sie sich aber deswegen doch nicht wesentlich vom Rückenmarksschema entfernen. Um dies als möglich zu beweisen muss ich schon hier an Ganglienmassen erinnern, welche an der äussersten Peripherie des verlängerten Markes gelegen sind und von denen die eine der Kern der Facialis ist, die andere eine graue Masse darstellt, die zweifelsohne mit dem sogenannten Stratum zonale Arnoldi zusammenhängt.

Zu den dem Rückenmarksschema einstweilen nicht bestimmt unterzuordnenden Theilen gehört zunächst die Olive mit dem sogenannten Olivennebenkern. Bei Thieren, besonders Raubthieren, ist längst bekannt, dass die Olivenkerne in doppelter Zahl hintereinanderliegend erscheinen. Schroeder van der Kolk spricht von einer oberen und unteren Olive, von denen die erste in der Höhe des Facialis liegt. Schon hier soll bemerkt sein, dass diese obere Olive auch dem Menschen nicht fehlt, bei dem sie bisher nicht bekannt war, sondern dass sie hier an gut erhärteten Präparaten mit blossem Auge gesehen werden kann. Der von Stilling sogenannte Pyramidenkern gehört nicht hierher, da er nichts weiter ist, wie das bindegewebige Septum, welches die Pyramidenstränge sondert. Es gehört dann hierher ferner das sogenannte Corpus dentatum cerebelli, von dem Rutkowsky mit Recht bemerkt, dass es besser der Medulla oblongata eingeordnet wird. Eine weitere graue Masse stellen die zwischen den Querfaserzügen des Pons zwischengelagerten Ganglienzellenherde dar; endlich sollen jenseits des Pons noch graue Massen erwähnt sein, welche einmal innerhalb der Pedunculi cerebri erscheinen, wo sie beim Menschen als Substantia nigra bezeichnet werden, sowie die grauen Massen, aus denen die Vierhügel ihrem grössten Theile nach bestehen. Es genüge hier zu betonen, dass für die meisten derselben sich ein vorläufiges morphologisches Princip ergeben wird, wenn man dabei von der physiologischen Reflexion ausgeht, dass Ganglienmassen überall da erscheinen, wo Nervenbahnen in einem Centralpunkt endigen sollen, der aber, um

mich so auszudrücken, nur als Station für weitere Bahnen aufzufassen ist, also wo Nervenbahnen eine völlig andere Richtung annehmen sollen, also eine Art Drehpunkt derselben, der aber doch in gewissem Sinne die Bedeutung einer selbstständigen Endigung erhalten soll. So die Olive, welche eine Reihe von Fasermassen dem kleinen Gehirn zuführt, aber trotzdem die Bedeutung einer selbstständigen Bildung behält, zweifelsohne auch selbstständige Erregungen auf die von ihnen beherrschten Nervenbahnen auszuüben im Stande ist.

Ich habe bisher die Theile des verlängerten Markes genauer verfolgt, welche als die Aequivalente der grauen Rückenmarkssubstanz aufzufassen sind; eine weitere Untersuchung wird darauf einzugehen haben, welche Theile den einzelnen Nervenbahnen also den verschiedenen Strängen entsprechen, und welchen weiteren Veränderungen diese unterworfen sind. In die Medulla aber treten ferner die Bahnen ein, welche die Leitung sämmtlicher peripherischen Nerven des Körpers nach dem Gehirn zu vermitteln haben. Die genaue Untersuchung wird also auch diese ankommenden Bahnen in all ihren Verschlingungen möglichst genau zu verfolgen haben. Schon früher wurde die Frage aufgeworfen, ob die Summe der in die Medulla oblongata eingeführten Nervenbahnen der Summe derjenigen des ganzen Körpers entspreche und entsprechen müsse. Dieselbe wurde bekanntlich vielfach in der Weise beantwortet, dass man eine bestimmte Endigung im Rückenmark für nothwendig annahm. Nach den obigen Angaben kann die Frage wohl nur noch so gestellt werden, ob die Bahnen vereinfacht werden oder nicht, nicht aber ob wirkliche Endigungen existiren, ob ein wirkliches Aufhören einer Bahn vorkomme. Die Frage, ob die Zahl der Axencylinder, welche aus dem Rückenmark zum verlängerten Mark gebracht wird, der der Axencylinder des ganzen Körpers entspreche, darf mit nein beantwortet werden, ohne dass man damit auf das alte Volkmann'sche Princip zurückkäme. Es scheint mir zweifellos oder wenigstens nicht abweisbar, dass eine Vereinfachung durch Verbindung der Axencylinder zu Stande komme, dass also ein Axencylinder der Medulla oblongata einer Summe von solchen des ganzen Körpers entspreche. Dagegen dürfte die Frage, in welcher Ausdehnung man sich ein solches Verhältniss als thatsächlich zu denken habe, eine sichere anatomische Lösung kaum gestatten.

Niemand wird daran zweifeln, dass man sich alle Stränge des Rückenmarks in mehr oder weniger directer Leitung bis zu bestimmten Partien des grossen Gehirns fortgesetzt zu denken habe, und wenn

man von der Endigung eines oder des anderen Stranges in der Medulla oblongata liest, so hat man das doch wohl nur für eine unklare Ausdrucksweise zu nehmen. Wohl aber folgt aus derartigen Angaben, wenn sie auf thatsächlicher Basis beruhen, dass nicht überall eine ganz ununterbrochene Fortsetzung existirt, dass dazwischen geschobene Massen mehr oder minder complicirter Art die gerade Bahn verwickeln, zum Theil unterbrechen aber nicht vollständig aufheben können. Ohne schon jetzt auf das Genauere dieser Verhältnisse einzugehen, über die an dieser Stelle nur ein ganz kurzer Ueberblick beabsichtigt wird, sei zunächst bemerkt, dass Form- und Lageveränderungen der Rückenmarksstränge, wenn sie eine grosse Bahn einschlagen, fast immer durch Vermittelung von Ganglienzellengruppen zu Stande kommen, während nur ein ganz einfaches Uebertreten von der einen auf die andere Seite in directester Weise geschehen kann. Die erste Lageveränderung, welche in dieser Weise von Statten geht, ist die sogenannte Kreuzung der Pyramiden, über die bekanntlich viel gestritten wurde, ohne dass das richtige Verhältniss bisher genauer bekannt geworden wäre. Die zweite ist das Verschwinden der Hinterstränge und ihr Erscheinen an dem oberen Umfang der Vorderstränge, das dritte die Verbindung eines grossen Theiles der Seitenstränge mit in sie hereinbrechenden gangliösen Massen, aus welchen andererseits die Fasern des Stratum zonale Arnoldi hervorgehen. Nur die Vorderstränge behalten lange Zeit ihre ursprüngliche Richtung unverändert bei, wenig vielleicht durch die sich entwickelnde Raphe nach aussen gedrängt. Erst in der Gegend unter dem Pons oder noch jenseits von ihm treten auch sie zur anderen Seite über, um mit dem kleinen Gehirn verbunden zu werden, oder direct zum grossen Gehirn hinzuziehen. Man nehme dazu, dass jeder von der Medulla abgehende Nerv an der Bildung von zum Gehirn hinleitenden Strängen Theil nehmen muss, welche daselbst wieder zu mannigfachen Biegungen und Verschlingungen Anlass geben, so hat man eine neue Quelle der verschlungensten Nervenbahnen, deren Princip aber ein möglichst einfaches ist.

Die weitere übersichtliche Auffassung der Stränge und ihrer Veränderungen ist nicht wohl thunlich, wenn nicht zugleich der dritte Gesichtspunkt ins Auge gefasst wird, von dem ich oben gesprochen habe. Schon die bisherigen Beschreibungen haben, indem sie der Rückenmarksstructur kaum etwas Wesentliches hinzuthaten, ein Bild erkennen lassen, dem zum vollständigen Schema einer Medulla oblongata nicht gar viel mehr fehlt. Man vergleiche nun die Beziehungen,

in welchen Medulla oblongata und benachbarte Theile zum kleinen Gehirn stehen, und man wird einen Gesichtspunkt gewinnen, dessen Berechtigung den grösstmöglichsten Grad von Wahrscheinlichkeit besitzt und der wie kein zweiter zur Aufklärung der verschlungenen Bahnen der Medulla und des Pons geeignet scheint. Diese Beziehungen sind wichtig genug, um die These zu rechtfertigen, dass die Anordnung des Rückenmarks nur der Existenz des kleinen Gehirns wegen in der Medulla oblongata eine so wesentliche Abweichung erfährt. Existirte dasselbe nicht, so würde kaum eine erhebliche Veränderung stattfinden. Die vergleichende Anatomie wird die Aufgabe haben, diesen Satz bei niederen Wirbelthieren mit nur rudimentärem Cerebellum (Batrachier z. B.) zu controlliren. Das kleine Gehirn steht durch drei Faserbahnen mit dem Bulbus rachiticus in Verbindung, die den Namen der Crura cerebelli ad pontem, ad medullam oblongatam und ad corpora quadrigemina führen. Kölliker hat einmal bei Besprechung der Faserbahnen der Rinde des kleinen Gehirns die naheliegende Bemerkung gemacht, dass hier vielleicht ankommende und abgehende Fasern zu unterscheiden wären, die ihren Mittelpunkt in den Zellen des kleinen Gehirns fänden. Dieser Satz scheint mir in der ganzen Anordnung der Crura, durch welche das kleine Gehirn mit benachbarten Theilen in Verbindung gebracht wird, ausgesprochen und in ihm der ganze Kern der Theorie des kleinen Gehirns zu liegen. Die Verhältnisse, aus denen eine derartige Anordnung geschlossen werden könnte, sind indessen complicirt genug und werden einstweilen hier nur andeutungsweise erwähnt.

Am schwierigsten zu verstehen sind die Crura cerebelli ad medullam oblongatam. Nur eine Vergleichung verschiedener Thierspecies und sehr verschiedene Schnittrichtungen vermögen hier die Forschung einigermaassen zu erleichtern. Wenn man die Fasern, welche diese Crura cerebelli zusammensetzen, verfolgt, so findet man, dass die Fortsetzung der grössten Masse derselben nichts anderes ist, als das Stratum zonale Arnoldi, die Faserbündel nämlich, welche in den Oliven beim Menschen zu beginnen scheinen und in schräger Richtung in die Hinterstränge (Corpus restiforme) hereinbiegen, ohne bisher weiter und genauer verfolgt worden zu sein. Sie sind zu wenig beachtet, weil man nach dem blossen Anschein diese Crura als die directen Fortsetzungen der Hinterstränge des Rückenmarks auffasste, was, wie man sich überzeugen kann, irrthümlich ist. Die Fasermasse des Stratum zonale kommt zum Theil von der Olive selbst, zum anderen Theil von einem noch dahinter gelegenen Ganglion, welches auch Clarke

schon zu kennen scheint und welches in die Masse der Seitenstränge hineinwuchert, diese verdrängt, also jedenfalls an Stelle eines Theiles derselben zu treten bestimmt ist. Von diesen beiden Massen entsteht der grösste Theil; ein zweiter aber von einer sehr grossen, auch zonalen Fasermasse, welche besonders bei manchen Thieren sehr stark entwickelt und nicht von dem Pons bedeckt ist, welche unter dem Namen des Corpus trapezoides auch bei Menschen bekannt aber nicht verstanden ist, und welche mit den sogenannten oberen Oliven zusammenhängt. Eine dritte in dieselbe einmündende Partie liegt nach innen von den Crura selbst und geht nicht seitlich sondern direct nach innen in die Höhe, und steht hier mit den grossen Ganglienzellen in Verbindung, welche bisher für den Ursprung des nervus acusticus gehalten worden sind. Die Theorie der genannten Faserzüge würde demnach gegeben sein, wenn man eine weitere Beziehung der sogenannten Oliven aufzufinden im Stande wäre. Diese lässt sich finden in der Masse der circulären Bahnen, welche wir als aufsteigende Faserzüge von den hinteren und zum Theil den inneren Seitensträngen herkommend erkannt haben.

Auf diese Weise ergiebt sich also, dass das kleine Gehirn durch Vermittelung beider Oliven und durch einige andere graue Massen mit bestimmten Faserzügen in Verbindung gebracht wird.

Völlig anders in dieser Beziehung erscheinen die Crura cerebelli ad pontem, in deren Verständniss dagegen die Erklärung der Bildung des Pons Varolii beruht. Man thut Unrecht, wenn man den Pons principiell von der Medulla oblongata trennt, wenn man von einer abweichenden Structur dieses Hirntheiles spricht. Mit demselben Recht kann man die Medulla vor und nach den Oliven in mehrere Partien sondern. Auch in dem Pons kommen wesentlich nur die Gebilde zu dem Medullaschema hinzu, durch welche derselbe mit dem kleinen Gehirn in Verbindung tritt, während unterhalb desselben die Massen der Medulla principiell unverändert weiterziehen. Die Medulla wird also von den ankommenden Fasern der Crura cerebelli überwölbt, und nur die dadurch entstehende Hervorragung hat zu dem Namen des Pons Veranlassung gegeben. Wie wenig sonst in sich abgeschlossene Berechtigung eine solche scharfe Unterscheidung hat, folgt schon aus dem Umstande, dass bei verschiedenen Thieren in ganz verschiedenem Umfange bestimmte Theile überwölbt werden. Das Corp. trapezoides mit der oberen Olive liegt beim Menschen im Innern der Crura versteckt, bei Thieren vollständig frei. Die Auffindung der oberen Oliven beim Menschen wurde dadurch erschwert, die Bahn der

mit dem Corp. trapezoides in einer Ebene liegenden Nerven, des Abducens, Facialis etc., wurde dadurch so gekrümmt und versteckt, dass sie beim Menschen allein kaum zu finden gewesen wäre. Die Bahnen also, welche mit den Crura cerebelli ankommen, gehen in die innere Masse der Medulla oblongata nicht ein, sie bleiben oben und treten mit den hier befindlichen Ganglienmassen in Verbindung. Man hat demnach ein zweites System von Fasern zu suchen, welches von diesen Ganglienmassen weiter zieht. Es lässt sich zeigen, dass dies keine Bahnen sind, welche schon von unten her ankommen, sondern dass das zweite System der mit diesen Ganglienmassen in Verbindung tretenden Fasern aufwärts zum kleinen Gehirn sich begibt. Diese Ganglienmassen, die Stärke der Crura cerebelli und die Entwickelung des kleinen Gehirns stehen in geradem Verhältniss zu einander. Auch hier existiren also Ganglienmassen eingeschoben zwischen Fasern, welche einerseits nach dem kleinen Gehirn, andererseits nach der Medulla oblongata streben, welche ein geschlossenes System vermitteln, das wieder in eine grosse Bahn eingeschlossen ist. Ehe man sich über die innere Bedeutung einer solchen Complication klar werden kann, muss die Frage gelöst sein, führen die Bahnen zum kleinen Gehirn oder kommen sie von demselben her und ziehen zum grossen Gehirn, mit anderen Worten: haben auch die Crura cerebelli ad pontem wie diejenigen ad medullam oblongatam die Bestimmung einer Verbindung zwischen Bahnen, die vom Körpersystem herkommen und dem kleinen Gehirn, oder empfangen sie umgekehrt Fasermassen mehr oder weniger einfach vom grossen Gehirn? So weit ich jetzt sehe ist das letztere der Fall, wenn auch nicht geläugnet werden soll, dass zugleich Fasern anderer Tendenz hier vorkommen können.

So liesse sich denn das Princip des kleinen Gehirns und seines Ueberganges in den Bulbus rachiticus in der Weise auffassen, dass durch Vermittelung neu auftretender grauer Massen Verbindungen von Bahnen, die vom Körpersystem herkommen, und solcher, welche zum grossen Gehirn streben, hergestellt würden. Man hat allen Grund, im kleinen Gehirn selbst eine Verbindung dieser Systeme im Sinne der von Kölliker aufgestellten Hypothese anzunehmen, wie ich bei der Betrachtung des kleinen Gehirns auseinandersetzen werde. Das kleine Gehirn erhält aber recht eigentlich die Bedeutung eines zwischengeschobenen Stromarmes, der eine grösstmögliche Complication je nach der Entwickelung des kleinen Gehirns selbst erhält. Der wesentlichste Unterschied der Rückenmarksstränge und ihrer Ortsveränderungen in der Medulla oblongata scheint darin zu liegen,

dass manche Bahnen im Rückenmark oder gegen dessen Ende eine Ortsveränderung erfahren und dann ganz direct ohne die geringste Unterbrechung in das kleine Gehirn gelangen; das sind alle Theile, welche an der Pyramidenkreuzung Antheil nehmen. Andere aber werden durch Vermittelung grauer Kerne zum kleinen Gehirn geführt; zu solchen muss ich einen grossen Theil der Hinterstränge und der Seitenstränge rechnen, und die grauen Massen, welche die Vermittelung übernehmen, sind die Oliven etc., ferner die zerstreuten grossen Ganglienzellen besonders am Acusticus und Oculomotorius.

Andere Bahnen treten dagegen wohl erst später recurrirend mit dem kleinen Gehirn in Verbindung, so wahrscheinlich die Vorderstränge und ihre oberen Verstärkungen durch Oculomotorius und Trochlearis etc. Die Frage ist schwerer zu lösen, ob in solchen Fällen ganze Bahnen vollständig zum kleinen Gehirn hin und auch wieder zurückgeführt werden, ob also z. B. die Seiten- oder Hinterstränge ganz vollständig im kleinen Gehirn endigen, in welchem Falle dann nur durch die Crura cerebelli ad pontem die Vermittelung zum grossen Gehirn hergestellt werde, das kleine Gehirn also ein unumgänglich nöthiges Glied in einer bestimmten Nervenbahn wäre, sein Verlust bestimmte Functionen nicht etwa einfach stört, sondern ebenso unmöglich macht, wie wenn ein Nerv direct durchschnitten würde; oder ob auf der anderen Seite dasselbe nur einen vermittelnden Arm darstellt, der wie ein eingeschalteter Rheophor den Strom complicirt, ohne bei seiner Wegnahme denselben zu unterbrechen. Das letztere Verhältniss wäre für bestimmte Theile stricte bewiesen, wenn sich von den Ganglienzellengruppen, welche bestimmte Bahnen zum kleinen Gehirn führen, auch direct aufwärts gehende Bahnen nachweisen liessen, also von den beiden Oliven, von den grossen Ganglienzellen, von dem Ganglion postpyramidale. Dass bei der Structur der Ganglienzellen, von der wir ausgingen, bei den nach allen Seiten hingehenden Ausläufern eine solche Annahme die grosse Wahrscheinlichkeit besitzt, wird einleuchten, sie wird fast zur Gewissheit, wenn man grössere Nervenbahnen von solchen Massen gehirnwärts ziehen sieht, wie es bei der oberen Olive bestimmt der Fall, bei den anderen Ganglienmassen aber wenigstens in hohem Grade wahrscheinlich zu machen ist. Die andere Annahme dagegen würde gesichert sein, wenn man Nervenbahnen ohne Vermittelung von Ganglienzellen direct in die Crura cerebelli einmünden sähe, ein Verhältniss, das ich nirgends habe bestimmt beweisen können, das auch, wie ich glaube, eine directe anatomische Darlegung kaum gestattet. In solchem Falle würde

natürlich Aufhebung der Verbindung des kleinen Gehirns die ganze Bahn vollständig unterbrechen. Es scheint mir in hohem Grade zweifelhaft, ob Verhältnisse der Art hier ins Spiel kommen.

So sehr alle Annahmen der eben besprochenen Art auf rein anatomischem Wege einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit entgegengeführt werden können, so werden sie doch ihren endgültigen Beweis von anderswoher entnehmen müssen. Klinische Beobachtungen, physiologische Experimente, vielleicht auch die vergleichende Anatomie werden zu entscheiden haben. Am wenigsten versprechend ist hier gewiss das physiologische Experiment, da mir eine isolirte Durchschneidung der einzelnen Crura ohne anderweitige Eingriffe und Fehlerquellen nicht durchführbar scheint. Mehr würde sich hoffen lassen, wenn sich in seltenen Krankheitsfällen isolirte Affectionen einzelner Crura nachweisen liessen, und nach dem Tode eine genaue Controle ermöglicht wäre.

Somit hat uns der oben eingeschlagene Plan zu einem Schema geführt, welches bis jenseits des Pons alle bisher bekannten Theile in einem zusammenhängenden Bilde umschliesst. Ich wiederhole, dass ich die genannten Eröffnungen nur als Schema ansehe, innerhalb dessen natürlich aller möglichen Complication der Weg geöffnet ist. Es wäre absurd, die auf so unendlich complicirte Bahnen deutenden physiologischen Erscheinungen in einem so einfachen Kreise für abgeschlossen zu erklären. Nur das wiederhole ich: selbstständige Ursprünge der einen wie der anderen Fasermassen, welche dem angegebenen Schema ganz fremd sind, giebt es nicht.

Ich gehe nunmehr dazu über, dem oben gegebenen zusammenhängenden Bilde eine topographische Uebersicht zunächst der mikroskopischen Durchschnittsbilder folgen zu lassen und sodann die mikroskopischen Verhältnisse mit Berücksichtigung der verschiedenen gegenwärtig geltenden Nomenklaturen zu besprechen.

Auf den ersten Durchschnittsbildern, welche an den Grenzbezirken zwischen Rückenmark und Medulla oblongata entnommen werden, ist wohl die einzige Veränderung, die bemerkt wird, die Entwickelung der sogenannten Formatio reticularis. An der Stelle der Seitenstränge, welche dem mehr oder weniger deutlichen winkligen Uebergang zwischen Vorder- und Hinterhörnern entspricht, hört die scharfe Grenze zwischen grauer und weisser Substanz zunächst insofern auf, dass die graue Masse in Form anastomosirender Balken weisse Maschen zwischen sich fasst, welche von der übrigen Partie der weissen Stränge unterschieden scheinen. Diese durchbricht der Accessorius, indem er

meist an einem Zellenhaufen vorbeizieht, welcher einem der grössten Balken dieser formatio reticularis angehört. Schon an gleichen Bildern sieht man oft die beginnende Sonderung der Hinterstränge durch ein bindegewebiges Septum zu den sogenannten Goll'schen Strängen. Züge dünner Nervenbahnen ziehen aus der grauen Masse der Hinterhörner nach den Hintersträngen, um sich in ihnen zu verlieren. Auch die Commissuren, besonders die graue, sind etwas mehr entwickelt.

In den nun folgenden Durchschnitten erscheinen an der grauen Substanz besonders der Hinterhörner Veränderungen (vergl. Tafel IV. Fig. 13). Dieselben ragen in zwei Massen nach unten, die eine in die Goll'schen Stränge, die andere in die Hinterstränge direct. Dabei erscheinen sie durch die massenhafte Entwickelung der formatio reticularis etwas seitlich verschoben, dem Nervus accessorius sehr nahe gerückt. Letzterer ist auf Schnitten nicht immer in seiner ganzen Länge zu sehen, wenn nämlich der Schnitt mit den übrigen eintretenden Nervenbahnen eine Richtung einhält. Die formatio reticularis entwickelt sich immer mehr, bei verschiedenen Thieren in verschiedener Weise. Sie umfasst schon einen grossen Theil der Seitenstränge, ohne aber die charakteristische Form der grauen Vorderhörner und deren Basis aufzugeben. Die Nerven in ihren Maschen erscheinen meist auffallend schmal und von denen der Seiten- und Vorderstränge unterschieden. Besonders charakteristisch wird in dieser Beziehung das Durchschnittsbild, wenn dieselben den gebogenen Stamm des Accessorius durchbrechen, dessen Durchschnittsfigur in mehreren verschieden weit von einander liegenden Strängen sich durch ausserordentlich breite Fasern und Axencylinder auszeichnet, vergleiche Fig. 13, *A'*. Eine innere Partie grauer Massen als eigentliches Vorderhorn ist neben dem Maschenwerk immer zu unterscheiden. In dessen Höhe sieht man die Kreuzung der Vorderstränge verändert; sie wird fast verdrängt durch die sogenannte Pyramidenkreuzung (Fig. 13, Dp.), welche hier in dicken Bündeln von der einen zur anderen Seite gehend in die Incisura anterior nach oben eintritt, und als obere Pyramide weiterzieht. Diese kreuzenden Faserbündel zeigen schmale Nervenfasern, und sind rückwärts in mehr oder weniger dicken Strängen in die formatio reticularis (Fig. 13, *fr*) zu verfolgen. Zu letzterer herein sieht man Massen aus der grauen Substanz ziehen, welche in die Hinterstränge hineingreifen.

Mat hat also im Ganzen ein nur wenig verändertes Bild des Rückenmarksschemas. Bald ziehen dann auch die in den Maschen der Formatio reticularis verlaufenden Fasern circulär nach oben, der erste Anfang der Circularfasern, welche gegen die weissen Vorderstränge

hinziehen, wo sie, wenn nicht in fortlaufenden Zügen verfolgt, doch zuweilen deutlich in der Masse der Pyramidenstränge oder unter oder neben diesen erkannt werden können.

Je mehr man Schnitte dieser Art weiter nach oben verfolgt, desto mehr wuchern die grauen Massen nach den Hintersträngen, desto mehr verschwinden die letzteren selbst und desto massenhafter sieht man aus diesen und ihren grauen Massen Züge nach der Reticularformation hin und von dieser aus entweder noch direct als Pyramidenkreuzung oder als circuläre Bahnen sich nach oben erheben.

Noch ehe der Centralcanal geöffnet ist sieht man an weiteren Schnitten ein schon etwas geändertes Bild. Die netzförmige Wucherung der grauen Substanz hat fast die ganze Masse der weissen Seitenstränge entweder durch Bindegewebsmaschen oder durch zellen- und nerventragende Gebilde umwachsen. Man sieht die durchschnittenen Pyramiden, welche die hier grösstentheils beendigte sogenannte Pyramidenkreuzung darstellen, unter ihnen die Fortsetzung der Vorderstränge, in deren Mitte die Incisura anterior der Raphe Platz gemacht hat, und ununterbrochen noch durch kreuzende und aufsteigende Nervenbahnen durchsetzt erscheint. Die innere graue Masse erscheint in zwei über einander liegende Abschnitte zerspalten, den sogenannten Hypoglossus- und Accessoriuskern. Die Hinterhörner erscheinen ganz auf die Seite gerückt und von einer Ansammlung weisser Masse umgeben, vielleicht schon Anfang des Trigeminus. Zwischen den Hinterhörnern d. h. den eigentlichen äussersten, welche von der Substantia gelatinosa Rolandi umgeben sind, ist die ganze Strecke bis zu den genannten Kernen von den reticulirten Balken ausgefüllt, welche an dieser Stelle immer mehr je höher das Bild fortschreitet die eingeschlossenen Faserzüge an Masse übertreffen. In der den Seitensträngen entsprechenden Masse erscheint die äussere Peripherie zunächst in dichter grauer Ansammlung, welche aber doch in das Maschenwerk hinein verfolgt werden kann. Von dieser aus sieht man eine Reihe Faserzüge das ganze Bild äusserlich umgeben, welche schief um die Medulla herumziehen und daher auf den Durchschnitten immer unten schräg abgeschnitten erscheinen.

Die Fasermassen führen den Namen des Stratum zonale, und umgeben nach unten in den Anfängen die Hinterstränge. Unterhalb und seitlich von den Pyramiden, jenseits von dem Nervus Hypoglossus, bei Thieren zum grössten Theile diesseits, erscheint der mehr oder weniger gefaltete graue Kern der Oliven, sein Bild schon immer von einer zweiten grauen Masse begleitet, welche den Namen des Oliven-

Nebenkernes führt. Die graue Masse der Oliven wird von Faserzügen der mannigfachsten Art durchsetzt, welche an ihrer inneren Seite sich ansammeln und dann zum Theil auf die andere Seite verfolgt werden können, und aussen die Masse als circuläre Faserbündel umgeben.

Die nächsten Schnitte zeigen den Centralcanal vollständig geöffnet, und das Bild, welches meist als Schema der ganzen Medulla aufgefasst wird. Das Bild des Rückenmarks ist dadurch verwischt, und besonders beim Menschen schwer zu erkennen. Hinterstränge und was ihnen entspricht ist ganz auf die Seite gerückt, den Boden der vierten Hirnhöhle bildend.

(Hier fehlt die weitere Beschreibung der Durchschnittsbilder.)

Es scheint von hohem Interesse mit den eben kurz angedeuteten Resultaten die Betrachtung der rein mikroskopischen Verhältnisse zu verbinden, insofern dabei die äusserlich erkennbaren Formen das Bild der inneren Organisation repräsentiren sollen. Die topographische Bestimmung der Medulla oblongata hat das Schicksal haben müssen nur zu einer unbestimmten Ansammlung von Formen und Namen zu gelangen, die, weil eben das Wesentliche und Unwesentliche zu sondern unmöglich blieb, häufig wesentliche Dinge unberücksichtigt lassen musste, unwesentliche Verhältnisse aber mit grosser Scrupulosität erörtern konnte. Daher auch die mannigfachen Verschiedenheiten der Nomenklatur, die Anhäufung einer Anzahl von Namen bei dem einen, die gänzliche Verwerfung derselben bei einem anderen Autor. Eine etwas genauere Bestimmung erscheint erforderlich, weil sie die Grundlage eines Verständnisses physiologischer Versuche werden muss.

Man hat vollständig Recht, wenn man beim ersten Anfang der Anschwellung zum Bulbus rachiticus eine beträchtliche Differenzirung der am Rückenmark erkennbaren Stränge annimmt. Ungerechtfertigter Weise haben Arnold und ihm folgend Lenhossek sich gegen solche Abscheidung ausgesprochen, da ein Strang eine tief ihn umgebende und abschliessende Furche voraussetzen solle, die hier nicht vorhanden sei. Die gröbere Anatomie unterscheidet hier als erste Veränderung eine Sonderung der Fortsetzung der Hinterstränge in einen funiculus gracilis, den innersten, und einen funiculus cuneiformis. Diese Abtrennung der Hinterstränge ist also insofern vollständig gerechtfertigt, als ihr eine Wucherung der grauen Substanz entspricht, welche je höher nach oben desto mehr zunimmt, während die weissen Stränge im selben Verhältniss verschwinden. Die beiden grauen Massen werden von

Reichert als hintere Nebenhörner bezeichnet[1]). Die Abtrennung der genannten Stränge ist bei denjenigen Thieren am deutlichsten, bei welchen diese grauen Massen am stärksten entwickelt sind. Diese und die Massen der sich kreuzenden Pyramidenbündel stehen in einem geraden Verhältniss. So also z. B. bei der Katze oder dem Hunde und beim Menschen, weniger beim Kalb und Ochsen, etwas mehr bei der Ziege, recht entwickelt auch, wenn auch weniger wie bei den ebengenannten Thieren, beim Kaninchen.

Die stärkste Entwickelung grauer Massen in dem funiculus gracilis bringt eine äusserlich erkennbare Anschwellung zu Wege, welche den Namen der Keule (Clava) führt.

Durch die Entwickelung der bezeichneten grauen Massen ist die Hauptmasse des Hinterhorns ganz an die Seite gerückt, und reicht mit mehr oder weniger breiter Basis an die Peripherie, wo sie auch schon anfangs eine Hervortreibung und den Anschein eines selbstständigen Stranges veranlassen kann. Letzterer entwickelt sich allmälig immer mehr und ist dann, wie auseinandergesetzt, die Summe der den sensibeln Wurzeln entsprechenden Nervenstämme, welche vielleicht theilweise auch an andere Nerven Zweige abgeben, aber der Hauptmasse nach als Nervus trigeminus das Mark verlassen.

Schon ehe der Centralcanal sich öffnet sieht man zunächst oben zwischen den die Vorderstränge repräsentirenden Strängen die Pyramidenstränge aus der Tiefe der Incisura anterior mit den bekannten alternirenden Zacken herantreten, und allmälig etwas breiter und dicker werdend nach vorn ziehen. Die Pyramidenmassen liegen also dann gerade oberhalb der sonst unverändert unter ihnen fortziehenden Vorderstränge. Die Incisura anterior ist zu der Raphe verschlossen. Seitlich von den Pyramiden erscheint die Anschwellung der Oliven mit der bekannten grauen Figur im Innern und den äusserlich erkennbaren rundlichen Faserringen um sie herum, die also scheinbar neu hervortreten, und daher von den Pyramiden und den Seitensträngen begrenzt sind. Bei Thieren fehlt diese äusserlich erkennbare Wölbung fast ganz, da hier die inneren Olivenmassen unter die Pyramidenstränge gerückt sind. Schon vor dem Erscheinen der Oliven sieht man die äussere Peripherie zum Theil von circulär schief herablaufenden Faserzügen umgeben, welche von hinten und oben nach vorn und unten die Medulla umgeben und nach den Crura cerebelli ad medullam oblongatam

---

[1]) Der Bau des menschlichen Gehirnes. Abth. 2. 1861, pag. 98, Taf. I, Fig. 5 u. ff. K^4 K^5.

hinziehen, also schliesslich um die Hinterstränge sich herumlegen. Diese Fasermassen sind das Stratum zonale Arnoldi. Zu ihnen gehören auch die peripherischen Fasern der Oliven, welche dann allerdings nicht mehr ganz an der Oberfläche bleiben. Diese circulären Fasern erscheinen oft in der Höhe der Oliven, oft auch bis zur Mittellinie über die Pyramiden herübergehend, dann aus der Tiefe hervorkommend.

Somit ergeben sich also die Fasciculi pyramidales, olivae, laterales, cuneati und graciles als bestimmt mit inneren Formveränderungen harmonirende äussere Merkzeichen und haben allen Grund beibehalten zu werden. Es ist sogar gewiss kaum zu rechtfertigen, wenn man, wie gewöhnlich Brauch ist, die letztgenannten Stränge als Corpus restiforme zusammenfasst und sie mit dem kleinen Gehirn d. h. mit den Crura cerebelli ad medullam oblongatam in Zusammenhang bringt. Völlig überflüssig aber muss es erscheinen, wenn sogar die unter den genannten Strängen unverändert weiter ziehenden Massen der Rückenmarksstränge mit besonderem Namen also als funiculus siliquae internus und externus bezeichnet werden. Namen der Art sind natürlich gar nicht zu verwerthen, wenn einmal die Olive eine andere Stellung einnimmt, wie bei den meisten Säugethieren, wo sie ganz oder zum Theil unter die Pyramide gerückt erscheint. Ebenso nutzlos ist es, wenn auch die Hervortreibung der breiter werdenden grauen Masse des Hinterhornes mit einem besonderen Namen als Tuberculum cinereum (Rolandi) bezeichnet wird. Lenhossek hat dieses Tuberculum nicht einmal in seiner Bedeutung als hinteres Horn verstanden, indem er durch die sich entwickelnden formationes reticulares irregeleitet wurde, welche allerdings besonders beim Menschen das normale Rückenmarksbild hier beträchtlich zu verändern im Stande sind. Gedachtes Tuberculum ist allerdings bei manchen Thieren, z. B. der Katze, sehr stark ausgesprochen, und besonders durch die nebenan sich erhebenden Radialfasern bezeichnet. Eine gewisse Berechtigung würde eine solche Bezeichnung schon erhalten, wenn, wie oben angegeben, sich um die Peripherie des Hinterhornes andere Faserzüge herum ansammeln. Indessen sobald solche einige Mächtigkeit erlangt haben, legen sich die Zonalfasern der Art um die Masse herum, dass der äussere Ausdruck vollständig verschwindet.

Verwickelter werden die Verhältnisse, wenn der Centralcanal sich öffnet, die Nachbarstränge auseinandertreten und die vierte Hirnhöhle begrenzen. Hier ist die Topographie noch lange nicht so genau festgestellt, wie es physiologische Versuche, an denen bekanntlich kein Mangel ist, mit sich bringen müssten. Auch hier hat sich eine Reihe

unwesentlicher Namen zum Theil eingebürgert, zum Theil noch nicht wieder entfernen lassen, welche das Verhältniss mehr erschweren wie erleichtern. Die den weissen Massen der hinteren Rückenmarksstränge entsprechenden Bündel sind es, welche am deutlichsten auseinanderweichen und die seitliche Begrenzung der vierten Hirnhöhle bilden. Ihre Direction ist schräg nach aussen bis zu der Stelle, wo das kleine Gehirn mit seinen Crura an den Bulbus heranreicht und hier durch die Crura cerebelli ad medullam oblongatam und ad corpora quadrigemina eine Begrenzung abgibt. Es ist nicht recht, wie ich demnächst auseinandersetzen werde, wenn man die Hinterstränge in die genannten Crura einmünden, also in das kleine Gehirn eintreten lässt, und daher Corpus restiforme und Crura cerebelli als fast gleichbedeutende Begriffe benutzt. Die genannten fasciculi sind indessen nicht die letzte hintere Begrenzung der vierten Höhle. Schon ehe sich der Centralcanal öffnet, hatten sich Hypoglossus und Vaguskern gesondert. Der letzte ist der tiefste und ist von sehr verwickelter Bindemasse eingeschlossen, die nicht eigentlich mit der Substantia gelatinosa centralis zusammenfällt aber besonders bei Thieren ein sehr deutlich gelatinöses Ansehen zeigt. Diese Masse ist es wohl, welche durch die hintere Commissur zusammenhängt, welche eine relativ sehr starke Entwickelung zeigt, besonders bei Thieren, und welche dann auch bei geöffnetem Centralcanal noch einen deutlichen Wulst mit sich führt, der den hintersten Winkel ausfüllt und sich längs der fasciculi graciles noch eine Zeitlang als ein grau glänzender Strang bemerklich macht. Dem relativ grossen Bindegewebsgehalt entsprechend fällt dieser Strang nach dem Tode bei Alkoholbehandlung zusammen und hat dann nicht mehr das charakteristische Ansehen. Nur frisch und besonders beim Rind gewinnt man eine ganz deutliche Vorstellung davon. Den innersten Winkel nimmt eine Commissur sehr feiner Nervenfasern ein, welche dem Vagus- und Accessoriuskern angehört. Man pflegt dieser Bildung, die beim Menschen nicht so stark vorspringt, den Namen Obex, Riegel, zu geben.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint nun die genaue Bestimmung des Bodens der vierten Hirnhöhle. Man pflegt, die Eintheilung ist natürlich etwas künstlich aber oft angewendet, eine obere Höhle bis zu den Hörstreifen und eine untere zu unterscheiden, welche letztere dann wohl speciell als Calamus scriptorius oder Ventriculus Arantii bezeichnet wird. Durch beide Höhlen zieht eine mittlere Furche, zu deren beiden Seiten sich die Masse etwas wölbt und sich dann nach unten in den Calamus verliert. Diese Wölbungen heissen untere Pyramiden oder funiculi teretes. An ihnen sind einige besondere Ver-

hältnisse zu unterscheiden. Nach den bisherigen Beschreibungen sollen sich diese bis unter die Grosshirnschenkel verfolgen lassen, und oft durch eine mittlere Vertiefung in einen vorderen und einen hinteren runden Hügel, Colliculus rotundus anterior und posterior, abgetheilt sein.

Ueber diese sogenannten runden Stränge orientirt man sich am besten zunächst bei Thieren, und wird nur an Längs- oder fortlaufenden Durchschnitten ein verständliches Bild bekommen. Besonders bei Thieren ist eine vordere rundliche Anschwellung sehr auffallend, die auch dem Menschen nicht fehlt und die wahrscheinlich das ist, was man als Colliculus rotundus anterior bezeichnet. Dieselbe wird fast überall abgebildet, ohne einer genaueren Beachtung theilhaftig geworden zu sein. Ihre Erklärung liegt auch in einem Verhältniss, das bisher nicht bekannt war. Was man also in genannter Weise als funiculi teretes bezeichnet, sind keine selbstständige oder gar neue Bildungen, es sind die regelrechten Fortsetzungen der nächsten Nachbarschaft um den Centralcanal des Rückenmarkes. In dem ersten Anfang, also gleich an dem Calamus sind es die beiden Hypoglossuskerne, welche, von dem Ependym und Epithel bekleidet, bis auf den Boden der Hirnhöhle reichen. Allmälig werden diese mehr auf die Seite geschoben und es sind dann unmittelbare Fortsetzungen der Vorderstränge, welche neben der Mittellinie Hervorwölbungen verursachen und eine längere Strecke weit diese Lage behalten, zuweilen auf einmal durch die sich entwickelnde Ependymmasse etwas davon entfernt werden. Bei Thieren gleich hinter den Hörstreifen, beim Menschen weiter zurück unter dem Pons reicht dann der Facialis in schräger Bahn bis zur Mittellinie, verdrängt die Vorderstränge und macht hier als Stamm das später zu beschreibende Knie, durch das sein Ende wieder an die äusserste Peripherie der Medulla oblongata gerückt wird. Dieses Knie ist es, welches eine deutliche rundliche Erhabenheit am Boden der vierten Hirnhöhle hervorbringt, die wahrscheinlich in der Colliculus anterior bezeichneten Stelle verborgen liegt und schon längst hier auf ein ebenso wichtiges wie einfaches Verhältniss des Nervenlaufs hätte aufmerksam machen müssen. Jenseits der genannten Erhabenheit ist es wieder graue Masse, welche in mehr oder weniger starker Entwickelung auf den Boden herabreicht und alle Stränge von demselben entfernt, daher hier auch ein besonderer Name für solch äusserliches Verhältniss kaum mehr gerechtfertigt ist.

(Grosse Lücke im Manuscript.)

Soweit die allgemeine anatomische Uebersicht über die Organisationsverhältnisse der Medulla oblongata und der angrenzenden Theile. Aus der genaueren Besprechung im Einzelnen wird sich des Näheren ergeben, wie weit derartige Ergebnisse vielleicht schon jetzt eine physiologische Verwerthung gestatten. Es liegt im Allgemeinen den Intentionen der gegenwärtigen Abhandlung fern, auf derartige zum grossen Theile sicher noch unzeitige Erörterungen einzugehen. Nur auf einzelne anatomische Ergebnisse muss ich zurückkommen, weil sie schon jetzt zu physiologischen Theorien benutzt worden sind und weil die Grundsätze festzustellen sein werden, nach denen hier überhaupt eine bestimmte Verwerthung möglich werden kann.

Der allgemeine Zweck bei der Bestimmung irgend eines centralen Apparates wird, wenn man von den Specialitäten absehen will, immer dahin gehen, entweder zu entscheiden, ob es sich in einer bestimmten Provinz bloss um einen Leitungsapparat handle, der eine entfernt entstandene Erregung weiterzuführen fähig ist, oder man wird anatomische Charaktere für Provinzen suchen, welche eine vorhandene Erregung, die sie aber nicht immanent erzeugen können, zu verändern, mit anderen zu verbinden etc. im Stande sind. Es muss endlich ein anatomisches Substrat geben für Theile, welche selbstständige Erregungen aussenden (motorische Centralorgane), oder äussere Erregungen percipiren (sensible Centralorgane), oder endlich empfangene Eindrücke zu selbstständigen psychischen Actionen verarbeiten (psychische Centralorgane).

Man wird sich über die anatomischen Kriterien, die man für eine der drei Provinzen als unumgänglich voraussetzt, einigen müssen, wenn man überhaupt eine physiologische Verwerthung derartiger anatomischer Thatsachen für möglich hält, und wie mir scheint, ist die endgültige Besprechung derartiger Fragen nicht davon abhängig, dass für die einzelnen Provinzen die anatomischen Substrate vollständig bis ins Einzelnste vorliegen.

Was zunächst die Bedingungen angeht, unter denen man von einer ganz einfach leitenden Partie spricht, so hat man sich gewöhnt, im Allgemeinen den Nervenbahnen, welche in den weissen Massen allein, und in den grauen in zerstreuten Zügen erscheinen, eine solche unveränderte Leitungsfähigkeit zuzuschreiben, während umgekehrt jede Verbindung einer Faser mit einer Zelle eine complicirtere Function mit sich führen soll. In dieser Hinsicht darf wohl darauf aufmerksam gemacht werden, dass selbst in der weissen Substanz die Leitung nicht immer so einfach ist, wie gewöhnlich angenommen wird. Ich meine

in dieser Beziehung nicht den Satz, den ich genauer zu beweisen haben werde, dass keine grosse Lageveränderung weisser Stränge ohne Betheiligung von Zellen geschieht, dass sie also in solchem Falle immer wieder in graue Substanz hinübertreten müssen, wie also z. B. die Pyramidenkreuzung wäre, ich meine das allereinfachste Verhältniss der weissen Massen. Alle Verhältnisse deuten darauf hin, dass hier Theilungen resp. Verbindungen von Fasern vorkommen, und dass dadurch die Leitung vereinfacht und complicirt werden kann. Es ist gewiss kein Zweifel, dass keine einzige Bahn in unveränderter Einfachheit das ganze verlängerte Mark bis zum grossen Gehirn durchwandert, sondern dass sie entweder mit anderen Massen zu einem Ganzen verbunden wird, oder selbst nach verschiedenen Richtungen hin zerfällt. So darf man nach den obigen Resultaten als höchst wahrscheinlich annehmen, dass wo Nerven mit Zellenmassen in Verbindung treten, überall ein- und austretende Massen sich numerisch nicht entsprechen. Nimmt man dazu die bekannten Resultate von Zählungen und Messungen, so scheint sich für die einfachen weissen Massen ein Wahrscheinlichkeitsverhältniss zu ergeben, welches wohl auch physiologisch nicht ignorirt werden darf.

Eine wichtige Frage ist aber ferner die, unter welchen Umständen können auch graue Massen als solche einfache Leitung aufgefasst werden. Die Frage allgemein gestellt ist also die: Wird durch Einschieben von zelligen Elementen in eine nervöse Bahn nothwendig der Charakter einer ganz einfachen Leitung aufgehoben und die Möglichkeit einer selbstständigen Erregung an die Stelle gesetzt. An der Peripherie des Körpers ist man bekanntlich an manchen Stellen fast genöthigt, den Zellen eine solche mehr unwesentliche Rolle bei der Leitung von Erregungen zuzuweisen, wenn man Ganglien manchmal in den rudimentärsten Formen als Knotenpunkt sich verästelnder Nervenbahnen angebracht sieht, wie z. B. die von Meissner, Billroth, Saemisch und Anderen beschriebenen. Auf eine derartige Annahme könnte ferner das Vorhandensein von solchen Ganglienzellen führen, welche ganz einfache directe Unterbrechungen eines gerade verlaufenden Axencylinders darstellen (M. Schultze z. B. im Acusticus, de retinae structura Fig. 7). Auf solche Möglichkeit führt ferner die Thatsache, dass im Gehirn etc. überall da Ganglienmassen auftreten, wo die Fasermassen einen anderen Weg einschlagen müssen. Es liegt also der Gedanke nahe, dass die Zellen bloss den Knotenpunkt eines sich umbiegenden Axencylinders darstellen, ohne die Function einer ganz einfachen Leitung irgendwie zu modificiren.

Was nun das Verhältniss in den Centralorganen angeht, so muss ich an die Spitze stellen, dass mir Thatsachen, die einer so einfachen Function der Ganglienzellen in bestimmter Weise das Wort redeten, nicht bekannt geworden sind. Ich habe, worauf ich zurückkommen werde, in den gangliösen Elementen bisher einen wesentlichen Unterschied nicht auffinden können, sie erscheinen alle als der Centralpunkt eines complicirten Systems verschiedener nervöser Fasern, so dass sie also nie nur einer einfachen Nervenfaser als Durchgang und Wendepunkt dienten. Der wenigen Ausnahmen habe ich oben gedacht; ich muss es dahingestellt sein lassen, ob hier weitere Ermittelungen Fälle dieser einfachsten Forderung wirklich aufzeigen werden. Jedenfalls kann man an die Spitze stellen, dass jede Nervenbahn, welche in den Centralorganen in eine gangliöse Masse einbiegt, hier nicht bloss eine Umbiegung, sondern eine derartige Veränderung ihres gesammten Stromgebietes erfährt, dass auf eine mehr zusammengesetzte Function zu schliessen ist.

Die Physiologie muss sich ausser der einfachen Leitung in den Centralorganen Einrichtungen denken, welche als die Centralherde einer Erregung dienen und welche mitgetheilte Erregungen zu unterhalten und zu verändern im Stande sind. Ich meine also Apparate, welche als Willensimpuls auf bewegende Körpertheile, als Perceptionsapparate bei sensibeln Erscheinungen wirken, welche also sensorische Functionen besitzen, und solche, die eine Erregung übertragen, verändern können, ohne dass sie als directe sensorische Centra dienen.

Geht man bei der Untersuchung dieser Forderungen von rein anatomischen Bedingungen aus, so kann man sagen, es gibt Apparate, welche einer einfachen Leitung dienen, es gibt ferner Theile, welche in eine Bahn eingeschoben sind, also z. B. Ganglienmassen des Rückenmarks, welche in irgend einer Weise die Verbindung zwischen eingetretenen Wurzeln und zwischen den zum Gehirn leitenden Strängen vermitteln, es gibt endlich Apparate, die als die wirkliche Endigung einer Leitungsbahn aufzufassen sind. Für die letzteren dürfte die Thatsache zweifellos sein, dass sie die Erregung für Bewegung oder Empfindung direct vermitteln, gewissermaassen produciren, und überall, wo von solchen die Rede ist, hat man das Recht, von dem Centralpunkt irgend einer bestimmten Function zu sprechen. Wenn sich nun auf solche Weise anatomische Unterschiede zwischen eigentlichen sensorischen Centralapparaten ergeben, zwischen den ganz einfachen Leitungsapparaten und zwischen den combinirten Leitungssystemen, welche zunächst, wenn ich so sagen darf, den mitgetheilten Willensimpuls verarbeiten, so kann für die zu betrachtenden Theile die

Frage entstehen, welche Anhaltspunkte hier bis jetzt für die eine oder andere Annahme vorliegen. Ich möchte auf den Theil meiner Ergebnisse in dieser Beziehung am meisten Werth legen, nach welchem im Rückenmark, der Medulla oblongata und den zunächst gelegenen Theilen bis zum kleinen Gehirn hin eine im Ganzen ähnliche und einfache Construction vorhanden ist, welche die ganze Masse gewissermaassen als Umwege einer grossen complicirten Leitungsbahn, als Stationen darstellte, welche eine Erregung passiren muss, ehe sie am Ziele angekommen ist. Jede solche Station wird ihre eigenthümliche Function haben können, keine braucht so ohne Weiteres als ein einfacher Drehpunkt des Weges angesehen zu werden. Aber nach allen diesen labyrinthischen Gängen führen die Bahnen doch zu einem Ziel, zu dem grossen Gehirn, ob verändert oder unverändert bleibt hier unerörtert. Viele Thatsachen sprechen dafür, dass die Zahl der Bahnen auf solchem Wege sehr vereinfacht und sehr complicirt werden kann.

Wir würden hiernach also nicht berechtigt sein, irgend eine der im Pons, in der Medulla spinalis und oblongata gelegenen grauen Provinzen als einen wirklichen Endpunkt eines Fasersystems anzusehen, und selbst für das kleine Gehirn konnte eine solche Vorstellung mit ziemlicher Sicherheit als unbegründet abgewiesen werden. Die sogenannten Nervenkerne erscheinen als erste Endpunkte, analog und identisch den grauen Hörnern des Rückenmarkes, die also in Wirklichkeit eine Brücke darstellen zwischen den eingetretenen Nervenwurzeln und den höher hinaufleitenden weissen Strängen. Die Oliven, der Pons erscheinen als graue Massen, welche als Leitungs- resp. Verbindungswege zwischen verschiedenen Nervenfaserzügen und zwischen dem kleinen Gehirn eingeschoben sind, und die graue Masse des kleinen Gehirns konnte als Verbindungsglied eines kommenden und gehenden Fasersystems mit ziemlicher Bestimmtheit dargestellt werden. Die Physiologie weist nach, dass allen diesen grauen Massen eine gewisse Selbstständigkeit der Function zukommt, und nur im Allgemeinen ist es streitig, ob dieselbe sich der sensorischen des grossen Gehirns nähern könne. In allen diesen Theilen konnten wirkliche Endapparate bisher nicht constatirt werden, im Gegentheil alle Wahrscheinlichkeit sprach dafür, dass sie auch nicht existiren. Die Beurtheilung der genannten Thatsachen wird sich also ganz allein danach richten müssen, ob man es mit der Einrichtung solcher zwischengeschobenen Ganglienmassen für vereinbar hält, neben der Thätigkeit, die auszulösenden Functionen zu ordnen, auch diejenige zu besitzen, den inneren Reiz selbst aus sich heraus zu produciren resp. als sensorisches Element zu wirken, oder ob man dies für unmöglich hält. Thut man

letzteres, so würde für alle bis jetzt und im Folgenden zu betrachtenden Theile die Möglichkeit derartiger centraler Einrichtungen, die Möglichkeit sensorischer Functionen wegfallen. Es ist klar, dass die Entscheidung über derartige Verhältnisse der Physiologie zufällt, und bekannt, dass dieselben sehr controvers sind; aber da es sich eben nur um Controversen handelt, welche die Physiologie vielleicht nie von aller subjectiven Auffassung frei machen kann, so wird die Wahrscheinlichkeit, welche hier die Anatomie geben kann, auch eine gewisse Bedeutung verdienen.

Die Anatomie sagt also, dass in allen diesen Theilen höchst wahrscheinlich keine Endapparate gegeben sind, welche dem grossen Gehirn zu vergleichen sind, dass vielmehr die ganze Masse eine ununterbrochene Kette von Leitungsbahnen darstellt, und dass in allen Provinzen mit vielleicht geringen Modificationen dasselbe Princip durchgeführt ist. Was man also für den einen Theil für möglich hält, wird man für den andern nicht läugnen dürfen. Wer also irgend einer der bezeichneten Provinzen derartige Functionen vielleicht aus rein physiologischen Gründen zuschreiben will, der wird sich nicht weigern dürfen, dasselbe auch für alle übrigen Provinzen für möglich zuzugestehen. Ich glaube, dass gewiss die Mehrzahl der heutigen Anatomen und Physiologen der ersteren Ansicht sein wird, gebe aber, wie sich von selbst versteht, zu, dass hier die Anatomie nicht competent ist, sondern höchstens einige Wahrscheinlichkeitsgründe beibringen kann. Ich habe also nur noch einmal auf die nothwendigen Consequenzen einer relativen anatomischen Gleichartigkeit aufmerksam zu machen, die es undenkbar macht, etwas für den einen Theil Angenommenes für den andern zu läugnen. Wer in der Medulla oblongata den Centralherd sensibler Functionen, wer im kleinen Gehirn das Organ irgend welcher beliebigen Triebe sieht, der muss die sensorische Function auch des Rückenmarks aus anatomischen Gründen anerkennen. Man denke sich nun, dass auf diese Weise jede motorische etc. Leitung eine Reihe von Provinzen, deren jede die Fähigkeit sensorischer Functionen besitzt, durchwandern muss, und man gewinnt eine Vorstellung, die man fast absurd zu nennen versucht ist.

Soviel über die Beziehungen, welche zwischen den allgemeinsten physiologischen und anatomischen Verhältnissen bestehen.

VII.

DIE DIRECTEN FORTSETZUNGEN DER RÜCKENMARKSSTRÄNGE DURCH DAS VERLÄNGERTE MARK BIS ZU DEM GROSSEN GEHIRN.

Die Physiologie verlangt den Nachweis einer vollständigen Leitung sämmtlicher Rückenmarksbahnen zum grossen Gehirn. Experimente und klinische Erfahrung geben den Beweis, dass sie ihn selbst dann verlangen muss, wenn sie sich entschliesst, jedem beliebigen Theil des Cerebrospinalsystems die Fähigkeit, Erregungen zu vermitteln und zu empfangen, also die Fähigkeit sensorischer Functionen, zuzuerkennen. Es kann hinzugefügt werden, auch die allgemeinen morphologischen Ergebnisse verlangen eine ununterbrochene Weiterleitung zum grossen Gehirn und sind gegen eine definitive Endigung irgend eines Theiles früher. Jede Leitung setzt eine anatomisch bestimmte Bahn voraus. Nicht alle der bisherigen Untersucher haben diese Ueberzeugung gehabt, und eine möglichst unparteiische Prüfung der Verhältnisse ist daher dringend erforderlich. Zu diesem Behuf werde ich noch einmal an die wesentlichen Attribute der Leitung erinnern müssen und nehme dazu das Schema des Rückenmarks. Ein besseres Beispiel einer nicht unterbrochenen Leitung kann die Physiologie nicht geben als das von den Wurzeln der Rückenmarksnerven durch die Stränge zum Gehirn. Und doch liegt zwi-

schen den beiden eine so complicirte Zellenprovinz in den Ganglienzellen der grauen Masse, dass man hier mit Recht von einer ersten Endigung spricht, von der aus dann die weitere Bahn ihren Anfang nimmt. Diese erstere Endigung besitzt unzweifelhaft eine gewisse Selbstständigkeit, die unter bestimmten Umständen allein zur Geltung kommt. Dieser Begriff einer Leitung resp. Endigung muss bei der Erkenntniss des weiteren Verlaufes einer solchen Bahn festgehalten werden. Der Begriff einer ununterbrochenen Leitung wird hier nicht aufgehoben, wenn wir die centripetalen Bahnen zum zweiten Male in ein Zellensystem einmünden sehen, von dem andererseits ein zweites Fasersystem seinen Anfang nimmt, welches als Fortsetzung dieser scheinbar unterbrochenen Leitung angesehen werden muss. In solcher Weise ist es aufzufassen, wenn im Lauf der Medulla oblongata Fasermassen des Rückenmarks schon ihr provisorisches Ende zu finden scheinen. Schon die oben gegebene Theorie der Ganglienzellen, von der ich noch kaum eine Ausnahme kennen gelernt habe, verlangt, dass eine solche Endigung immer zugleich als der Anfang eines weiteren Fasersystems aufzufassen ist, und das ganze Verhältniss ist also nur dann bekannt, wenn auch diese zweite Bahn in allen Beziehungen genau bestimmt ist. Schon hier will ich angeben, dass bei Beachtung dieses Princips sich immer eine fortschreitende Leitungsbahn wie ein Zirkelweg erkennen lässt. So wird es verständlich, wenn man an den mannigfachsten Orten der Medulla oblongata Ganglienzellenmassen in solche Leitungswege eingestreut sieht und man kann sie als provisorische Endpunkte aber immer nur als Stationen auffassen, in denen sicher schon durch die Veränderung der Strombahn, noch mehr aber vielleicht durch Verbindung verschieden functionirender Massen, die Möglichkeit einer gewissen Selbstständigkeit der Functionen begründet wird. Es lässt sich hier der Satz aufstellen, dass keine Fasermasse eine grössere Veränderung ihres Ortes durchmacht, ohne auf Ganglienmassen als solcher centralen Knotenpunkte zu stossen. Der Knotenpunkt ist also nicht ohne Einfluss auf die Function, er wird gewissermaassen eine eigene Function haben, aber mit Bezug auf das letzte Ziel ist er nur eine Station in der ganzen Bahn der Leitungen. So kann man gewiss von specifisch functioneller Einwirkung der Oliven, des Pons sprechen, aber zuletzt sind sie doch nur Knotenpunkte, durch welche Bahnen zum kleinen Gehirn und von ihnen zurück zum grossen Gehirne gehen.

Von diesem Gesichtspunkte werde ich ausgehen, wenn ich die

einzelnen Stränge betrachte und werde mit den Vordersträngen beginnen.

Bei einer Uebersicht der bisherigen Angaben über die Vorderstränge wird man zunächst eine gewisse Unsicherheit in der Bezeichnung derjenigen Theile finden, welche noch Vorderstränge genannt werden sollen. Die Untersuchung Schnitt für Schnitt gibt zweifellose Auskunft, wenigstens bis zu einem gewissen Theile, und gleichzeitige Flächen und Längsseitenschnitte machen es möglich, die Theile, welche im Rückenmark Vorderstränge heissen, in sicherer Weise in die Medulla oblongata zu verfolgen.

Indem ich meine genauere Bestimmung folgen lasse, will ich zunächst bemerken, dass ich die Theilung in Vorder- und Seitenstränge beibehalten will, die durch die austretenden vorderen Wurzeln motivirt wird, und die ja auch in der Medulla oblongata noch charakteristisch bleibt. Dass die Theilung eine zum Theil künstliche und an manchen Stellen vollständig verschwindende ist, versteht sich dem entsprechend von selbst. Schon für das blosse Auge hat bekanntlich der Unterschied etwas Charakteristisches, der darin seinen Grund findet, dass das Maschenwerk grauer Substanz, welches als forma reticularis beginnt, sehr schnell den grössten Theil der Seitenstränge umfasst, während die Vorderstränge lange ihr unverändertes Aussehen behalten. Ich will demnach an die Spitze stellen, dass von allen Theilen, die mit dem Rückenmark ankommen, kaum einer so weithin und so vollständig Form und Stellung beibehält wie gerade die Vorderstränge, und ich glaube der Annahme, welche noch Schroeder van der Kolk vertrat, dass die Pyramiden die gekreuzten Vorderstränge seien, mit keinem Worte mehr Erwägung thun zu müssen. Der Irrthum wurde möglich zunächst dadurch, dass gerade die passendsten Untersuchungsthiere, Katze, Hund, auch wohl Kaninchen, wie es scheint nicht untersucht wurden, dass das Kalb wegen geringer Entwickelung der Pyramide hier nicht ganz praktisch ist und dass beim Menschen durch die enorme Ausbildung der sich kreuzenden Fasern das Bild ganz verwischt wird, die Vorderstränge theils verdrängt, theils durchbrochen werden. Fortlaufende Schnitte bei denjenigen Thieren, welche wegen der stärksten Entwickelung der Axencylinder die günstigeren sind, zeigen, dass die Hauptmasse der Vorderstränge lange unverändert ihre Stelle behält und nur dadurch eine scheinbare Veränderung erleidet, dass die unter ihr gelegene graue Masse der Vorderhörner ihren Platz wechselt. So lange wie diese unverändert liegt, so lange wie beide Hypoglossuskerne in der

Mittellinie zusammenstossen, werden die Vorderstränge unten durch sich kreuzende Nervenfasern von diesen geschieden; doch kann auch die graue Masse direct in sie übertreten, wie besonders beim Menschen deutlich ist.

Geht man von solchen Betrachtungen aus, so wird man also zunächst die Bemerkung machen, dass die Vorderstränge des Rückenmarks in der Medulla oblongata unverändert weiter ziehen, ohne ihre Stelle zu verändern. Im ersten Anfange der Medulla allerdings werden in der betreffenden Gegend durch die sich kreuzenden Fasern der Pyramiden alle Theile mehr oder weniger verschoben, daher entsteht dann hier natürlich ein verschwommenes, complicirteres Bild. Dieses ist besonders der Fall bei Thieren mit starker Pyramiden-Bildung, also beim Hund, Katze und ganz besonders und am stärksten beim Menschen. Die an jeder Stelle übertretenden Fasern durchbohren in einzelnen Zügen die Vorderstränge vollständig, so dass sie unter Umständen fast unkenntlich werden. Auf der anderen Seite sieht man bei Thieren mit schwacher Pyramidenkreuzung (Rind, Schaf, Ziege) die Vorderstränge kaum irgendwie in ihrer Configuration verändert werden. Wie dem auch sein mag, nach grösstentheils fertiger Pyramidenkreuzung erscheinen die Vorderstränge wieder an ihrem Platz und auch beim Menschen ist dann über das völlig unveränderte Bild nicht der geringste Zweifel. Der Irrthum Schroeder's, welcher die Pyramiden für eine Bildung der sich kreuzenden Vorderstränge ansah, findet in diesem Verhältniss seine Erklärung, aber auch seine leichte Erledigung.

Nach vollendeter Pyramidenkreuzung ist bekanntlich an die Stelle der vorderen Incisur die Raphe getreten. Sie trennt im Verlauf die beiden Vorderstränge, deren Configuration im Ganzen und Grossen auch von der Entwickelung dieser Raphe abhängen wird. Die übrigen Grenzen sind natürlich nach aussen durch die austretenden vorderen Nervenwurzeln und die ihnen entsprechenden Gehirnnerven bestimmt, müssen aber deren wechselnder Verhältnisse wegen besonders in solchen Stellen vollständig aufgehoben erscheinen, wo gar kein Nerv den vorderen Wurzeln entspricht. So in den Strecken zwischen Hypoglossus und Abducens, so besonders auch jenseits des Abducens, wo der Trochlearis von der unteren Seite heraufkommt, während der Oculomotorius erst viel weiter nach oben entspringt. An solchen Stellen kann man sich überzeugen, dass zwischen bestimmten Partien der Seitenstränge und der Vorderstränge keine scharfe Grenze gezogen werden kann. Wenn man sich aber die im

Allgemeinen doch immer scharfe Grenze der Vorderstränge in ihrer Bedeutung klar macht, so ist es natürlich nicht gerechtfertigt, von den Olivensträngen als von einer Partie der Vorderstränge zu sprechen etc. Die Vorderstränge sind nur der Ausdruck der centripetalen Leitungen der motorischen Bahnen, und diese haben direct nichts mit den Oliven zu thun.

Die Richtung der Vorderstränge wird bis weit unter den Pons von longitudinalen Faserzügen fortgesetzt, die für das blosse Auge die directe Fortsetzung dieser Stränge darzustellen scheinen, und die es erklärlich machen, dass Stilling von einer einzigen ganz unveränderten ungestörten Fortsetzung der Vorderstränge sprechen konnte. Bei ganz stufenweiser Verfolgung und Berücksichtigung aller Verhältnisse überzeugt man sich dagegen, dass dem nicht so ist, und dass den centripetalen Leitungsbahnen der motorischen Faserzüge weiterhin ein complicirter Weg in der Medulla oblongata vorgeschrieben ist. Man beachte zunächst, dass sie durch Faserzüge verstärkt werden müssen, die den Wurzeln der motorischen Gehirnnerven angehören. Derartige Verstärkungen können unter Umständen an Stellen hingerückt werden, welche notorisch nicht mehr als Fortsetzungen der motorischen Vorderstränge gelten. So erscheinen an der Eintrittsstelle des Oculomotorius plötzlich wieder centripetale Leitungsfasern in den Vordersträngen, welche, da sie sich erst in dem Anfang ihrer weiteren Bahn befinden, auf den ersten Blick eingehende Verschiedenheiten zeigen. Abgesehen von solchen Verstärkungen werden weitere Veränderungen in dem Bilde der Vorderstränge durch die sie mannigfach durchziehenden circulären Faserzüge bewirkt, welche, wie demnächst auseinanderzusetzen, meist von den Hintersträngen herrühren, und sich zum Theil oberhalb der Vorderstränge ansammeln können, daher die Ausdehnung nach oben verstärken. Dadurch also würde die Stelle der Vorderstränge zu oberst durch die Pyramiden in scharfer Weise begrenzt, dann würden nach unten zu zunächst Theile folgen, die den erhobenen Hintersträngen entsprechen, und dann erst Massen, welche als die directen geraden Fortsetzungen der Vorderstränge aufzufassen sind.

Eine dritte principielle Veränderung der Vorderstränge besteht darin, dass in dieselben Wucherungen der grauen Massen eingreifen, die hier allerdings nur als sparsame dünnere Balken erscheinen, als Zellen, die ganz charakteristische Formen führen und später zur Bildung besonderer sogenannter Nervenkerne die Veranlassung geben. Zu solchen kann man bekanntlich bei Thieren auch die Oliven rech-

nen, die hier nicht immer scharf von dem übrigen grauen Balkenwerk getrennt werden können. Ehe ich die Verhältnisse genauer angebe, habe ich zunächst noch die gröberen Lageverhältnisse etwas näher zu bestimmen. Diese verlangen nur in ihrer unteren Grenze noch eine genauere Bestimmung, die um so wichtiger ist, als es hier auf die Theile am Boden des vierten Ventrikels ankommt, die bekanntlich dem physiologischen Experimente zugänglich und auch unterworfen sind.

Ehe sich der Centralcanal des Rückenmarks geöffnet hat und auch noch eine Strecke weiter hin stossen die Vorderstränge direct auf die unter ihnen herziehende graue Masse, die hier zunächst als Hypoglossuskern erscheint. Bald entfernen sich so auch die beiden Hypoglossuskerne von einander, sie rücken auf die Seite und die Vorderstränge biegen dann stellenweise direct gegen den Boden der vierten Hirnhöhle um, nur durch eine dünne graue Bindegewebslage und Epithel getrennt. In dem Falle bilden sie besonders bei Thieren deutlich längliche Hervorragungen am Boden der vierten Hirnhöhle, die zu den funiculi teretes gehören. Beim Menschen bleibt allerdings die hier angehäufte graue Masse immer stärker wie bei Thieren, und die funiculi teretes entsprechen dann also auch nicht immer so direct den fortgesetzten Vordersträngen. Doch weiter nach oben hin werden sie zunächst wieder von dem herabtretenden Facialis und seinem Knie, das speciell als Eminentia teres bezeichnet werden kann, von der unteren Oberfläche entfernt, und gleich darauf entwickelt sich die untere graue Masse wieder mehr wie schon unter dem Pons und wie noch mehr um den Aquaeductus Sylvii, die dann wohl der Substantia gelatinosa centralis entspricht und über der erst die Fortsetzungen der Vorderstränge liegen können. Diese graue Masse wird also immer als die untere Grenze der Vorderstränge erscheinen und diese werden den Boden der vierten Hirnhöhle um so mehr erreichen, je sparsamer erstere ist, von ihm dagegen um so mehr entfernt werden, je mehr sich andere fremde Massen abgelagert haben, welche sie heraufheben. Die unverändert fortziehenden Vorderstränge sind besonders bei Thieren durch die riesenhaftesten Axencylinder ausgezeichnet, und sie geben hier ein ausgezeichnetes Erkennungsmittel ab, welches gleich anfangs die Grenze zwischen ihnen und den Pyramiden, später die allerdings unregelmässigere gegen die über sie gelagerten Hinterstränge bezeichnet. In solcher Weise ist hier die Breite der Axencylinder schon beim Menschen, besonders aber bei Thieren ausgezeichnet zu benutzen, und sie kann an mancher Stelle als rother

Faden dienen, wo ohne sie eine genauere Bestimmung unmöglich scheinen könnte. Diese Unterschiede markiren dabei oft schon für das blosse Auge bestimmte Gegenden so deutlich, dass sie längst bekannt und benannt sind, wenn auch der innere Grund nicht gesehen wurde. So unterscheidet Stilling ganz richtig unterhalb des Pons für das blosse Auge erkennbar eine der grauen Masse direct anliegende Partie als innerste Partie der Vorderstränge von den darüber liegenden Massen, wie es auch in seiner Abbildung durchaus richtig dargestellt wird.

Bei den Fischen werden alle diese Verhältnisse fast zu einem Schema vereinfacht, in dem eine enorme sogenannte Mauthner'sche Nervenfaser, welche lange unverändert dieselbe Stelle behält, sich dann mit der anderen Seite kreuzt und wahrscheinlich als Axenfortsatz in eine sehr grosse Zelle einmündet, die Richtung der Vorderstränge bezeichnet.

Bis zur Gegend des Abducens und Facialis, auch wohl noch weiter, wird man in den Vordersträngen auf Querschnitten kaum eine erhebliche Veränderung gewahren. Die centripetalen Züge des Hypoglossus vermehren die Masse, die Kreuzungsbündel desselben begrenzen sie nach unten. In schräger Richtung durchziehen dann die Züge die circulären Bündel, um in der Masse der Raphe aufzusteigen und erst später die Vorderstränge in ihren oberen Theilen zu verstärken. In den untersten und mittleren Theilen scheint dies nicht zu geschehen, so dass hier die motorischen centripetalen Bündel möglichst unverändert, wie sie aus dem Rückenmark ankommen, durch den Hypoglossus und Vagus verstärkt werden. Schon früh nach begonnener Pyramidenkreuzung sieht man Balken grauer Substanz auch in die Vorderstränge hineinreichen in denen man neben vielen kleineren Ganglienzellen und Bindegewebselementen auch Ganglienzellen der grössten Form antrifft, deren Axenfortsatz man zuweilen direct nach unten gekehrt abgehen sieht. Diese Balkenwerke sind im Ganzen von sparsamer Ausbildung, so dass das mikroskopische Bild der Vorderstränge dadurch bei weitem nicht so verändert wird wie das der Seitenstränge. Bei den Thieren, deren Oliven grösstentheils in die Masse diesseits des Hypoglossus, also unter die sogenannten Pyramiden, gerückt sind, sieht man diese nach unten unmittelbar in die balkenförmigen Ausstrahlungen übergehen, jedoch nicht so, dass aller Unterschied verwischt würde, doch wüsste ich bestimmte wesentliche Unterscheidungsmerkmale kaum anzugeben. Der mikroskopische Unterschied muss durch eine regel-

mässige Lagerung der Zellen und Fasern und besonders des einhüllenden, mehr lockeren Bindegewebes erzielt werden. So ist es denn klar, dass besonders hier die Grenze der Vorderstränge nach oben eine unbestimmte wird, und schon aus dem Grunde die Erkenntniss der Verstärkungsfasern von Seiten des Hypoglossus und Vagus nicht ganz bestimmt möglich werden kann. Eine solche Unbestimmtheit der Grenzen entsteht besonders bei denjenigen Thieren, deren Pyramiden sehr langsam entstehen und keine so scharf markirte Gestalt bekommen, so bei dem Kalbe; hier sieht man die sich kreuzenden Faserzüge durch die Raphe schräg von unten nach oben, von innen nach hinten ziehen und sich also, so lange noch eine vordere Incisur besteht, an deren Seite nach innen von der Masse der Vorderstränge ansammeln, um erst sehr langsam nach oben hin zu erscheinen.

Solche zu den Pyramiden ziehende Kreuzungsfasern können in den ersten Anfängen solcher Bildung auch durch die Vorderstränge hindurchziehen und dann in schräger Richtung sich nach oben wenden. Auch dadurch kann an solchen Stellen das Bild der Vorderstränge scheinbar verändert werden und Gelegenheit zu Verwechselungen gegeben werden. Man überzeugt sich leicht, bei einer ganz fortlaufenden Reihe von Durchschnittsbildern, dass an allen Kreuzungsfasern, welche hier die Raphe durchziehen, die grösste Masse der Vorderstränge unbetheiligt sein muss.

Auf diese Weise also und in den angegebenen Begrenzungen betrachte ich die oberhalb der Hypoglossuskerne gelegene Fasermasse als unverändert weiterziehende Vorderstränge des Rückenmarks, welche durch die centripetalen Fasern von Seiten des Hypoglossus und vielleicht des Vagus verstärkt werden und im Ganzen auch durch hineingelagerte graue Substanz an Masse zunehmen. Zweifelhaft in diesem Bilde ist nichts als das Verhältniss der hineingelagerten Zellen der grauen Substanz, die bis in die Raphe reichen, über die ich demnächst mehr im Zusammenhang sprechen muss. In solcher Weise sieht man die genannten Stränge bis zum Pons hin, d. h. bis jenseits des Corpus trapezoides hinziehen, und Längs- wie Querschnitte geben ein entsprechendes Bild.

Unter dem Pons tritt eine Veränderung ein. Schon vorher bemerkt man zunächst, dass die Massen der Fasern, die durch die ausserordentliche Breite ihres Kalibers ausgezeichnet waren, von einer grösseren Menge schmaler und schmalster Fasern durchsetzt werden. Man findet ferner, dass von den colossalen Ganglienzellen

der crura cerebelli ad medullam oblongatam Fasern breitesten Kalibers nicht nur gegen die Seitenstränge, sondern auch gegen die Vorderstränge sich erheben, um das Knie des Facialis herumziehen und zum Theil bis auf die entgegengesetzte Seite sich verfolgen lassen. Sodann erscheint im Innern des Pons ein von dem bisherigen vollständig verschiedenes Bild. Neben der Erscheinung, dass der Mangel eines den vorderen motorischen Nervenwurzeln entsprechenden Nerven die Grenze gegen die Seitenstränge verwischt, sieht man eine scheinbare Sonderung der ganzen Masse in zwei übereinanderliegende Stränge, die mit blossem Auge bemerkt wird, und die Stilling zur Scheidung von oberen und unteren Theilen der Vorderstränge Veranlassung gegeben hat. Man sieht dicht über der unteren grauen Bedeckung des vierten Ventrikels und neben der Mittellinie sich zwei Massen auszeichnen, welche in der Mitte als mehr rundliche Stränge erscheinen, und nach aussen hin allmälig abfallen, und welche sich von der überstehenden Masse schon für das blosse Auge auffallend genug unterscheiden. Untersucht man diesen Unterschied genauer, so sieht man zunächst, dass er nicht nur in einer grösseren Entwickelung grauer Massen zwischen den Strängen, sondern ganz besonders in einem vorher nicht zu beobachtenden Unterschied in dem morphologischen Charakter der Nervenprimitivfasern begründet liegt. Nur in der unteren Partie (Taf. V, Fig. 14, a) liegen Primitivfasern von unverändertem oder nur wenig verändertem Kaliber, wie die in den vordersten Theilen der Vorderstränge, während die obere also grösste Masse sich durch fast gleichmässig schmalste Fasern, die in bedeutender Menge neu auftreten, auszeichnen. Dies auffallendste Endresultat ist leicht zu constatiren und wohl auch den bisherigen Untersuchern aufgefallen. Eine Erklärung ist nicht gegeben und nur möglich, wenn der ganze Pons Schnitt für Schnitt in ununterbrochener Weise untersucht wird und besonders wenn man sich nicht gerade der allerschwächsten Vergrösserungen bedient, und wenn auch die Imbibition zu gleicher Zeit mit zu Hülfe gezogen wird. Auf solche Weise kommt man zunächst zu der Einsicht, dass diese plötzliche Veränderung nicht in der Weise zu erklären ist, wie man leicht zu glauben versucht wird, dass es sich nämlich bloss um einfache Verschmälerung oder auch vielleicht Theilung von Axencylindern handle. Diese Meinung ist die naheliegendste, und weil man sie wohl ohne Weiteres annahm, scheint die weitere Fortsetzung der Vorderstränge hier wenig genau beachtet worden zu sein. Es kommt dazu, dass zweckmässig geführte Längsschnitte hier allerdings besonders für das

blosse Auge den Anschein eines vom Rückenmark bis unter den Pons ununterbrochen fortgesetzten Faserzuges geben. Allein eine bestimmte Schnittrichtung an und für sich kann schon aus dem Grunde keine Einsicht geben, weil kein Schnitt so genau Fasern über so lange Strecken in ganzer Länge treffen kann. Ich glaube hinlänglich erfahren zu haben, was in solcher Beziehung der Anatomie möglich ist und möchte nicht, dass hier Anforderungen gestellt werden, denen überhaupt nicht zu genügen ist. Es ist zudem klar, dass Fasern eines Ortes, nachdem sie geendet oder sich weggewandt haben, sogleich durch andere ersetzt werden, und dass dann das Bild fortlaufender Querschnitte ebensowohl wie das fortlaufender Längsschnitte nur in bestimmten Fällen und nach mannigfachen Combinationen ein directes sicheres Resultat geben kann.

Ich sage also, an der Stelle, wo das vorherige Bild der fortgesetzten Vorderstränge des Rückenmarks plötzlich verändert wird, sieht man zunächst, dass in der Masse der Vorderstränge die schon vorher vorhandenen grauen Massen mit den enthaltenen Zellen sehr bedeutend zunehmen und dass sich aus solchen im Innern des Pons grössere zusammenhängende Massen entwickeln, welche neben der Raphe liegen und welche demnächst genauer zu beschreiben sind. Zu diesen grauen Massen hin sieht man Fasern des grössten Kalibers treten, man sieht zwischen den beiden Seiten sogenannte Kreuzungen eintreten, also Fasern aus der grauen Masse der einen in die weisse der andern Seite gelangen, und man sieht, dass eben die kreuzenden Fasern zu den Vordersträngen der betreffenden Gegend gehören. An derselben Stelle treten breite Axencylinder aus den Vordersträngen auch als breite Axenfortsätze an die Zellen der Seitenstränge heran. Endlich sieht man in der Höhe des Facialis am Boden der Vorderstränge sich kreuzende Fasern um den Kern des Facialis nach den Crura cerebelli verlaufen und in die dort liegenden enormen Zellen einmünden. Diese ganze Gegend ist höchst merkwürdig und schon die ersten besten Durchschnittsbilder lassen keinen Zweifel darüber, dass hier wenigstens die grösste Masse der ankommenden breiten Nervenfasern seine Stelle ändern muss. Man sieht dann an fortlaufenden Durchschnitten plötzlich fast alle Fasern schräg durchschnitten, man sieht die Fasern schräg aufsteigen und wenn es irgendwo leicht ist, auf einem Durchschnitt den Axencylinder in eine grosse Ganglienzelle einmünden zu sehen, so ist es in dieser Gegend und bei Durchschnitten vom Kalbe.

Um die hier gelegenen Zellen häufen sich Massen schmaler Nerven-

fasern an, und so wie man über den Pons hinausgelangt ist, erscheint das oben beschriebene veränderte Bild. Hier sieht man am Weitesten nach oben sich erstreckend noch zwei kleine graue Kerne neben der Mittellinie liegen, welche bisher nicht beschrieben sind, und welche, wie man sich überzeugen kann, an die von Stilling sogenannten hinteren Abschnitte Fasern abgeben.

Das eben beschriebene Bild lässt sich auf folgende Weise deuten. Die Ganglienmassen, welche in den Strängen erscheinen und welche gerade in dem Pons an der Stelle, wo die Vorderstränge sich scheinbar verändern, eine so grosse Ausbildung erreichen, sind als nächste Endapparate der Vorderstränge aufzufassen, von denen aus sich ein zweites Fasersystem entwickelt in derselben Weise, wie es die oben auseinandergesetzte Theorie der centralen Ganglienzelle mit sich bringt. Dieses zweite System besteht aus der Zahl nach sehr vermehrten Fasern feinsten Kalibers, welche zum grossen Theil denselben Weg weiter fortziehen, unmittelbar die Stelle der vorhergelegenen einnehmen, aber auch andere Directionen annehmen können. Es ist begreiflich, dass auf solchem Wege der gröbere Anschein eines Faserbündels derselbe bleiben kann, trotzdem er durch eine Ganglienzelle unterbrochen ist. Die Vorderstränge finden also in der beschriebenen grauen Masse der Medulla eine erste Endigung, um aus derselben als ein verändertes, an Zahl vermehrtes System hervorzugehen, das seine Arme nach entfernten Gegenden schicken kann und zum Theil eine Leitung zum kleinen Gehirn vermittelt.

Wenn ich die erwähnte Theorie als anatomische Thatsache hinstelle, so verlangt das in mehrfacher Beziehung eine Erläuterung. Niemand kann mehr wie ich überzeugt sein, dass gerade Verhältnisse wie diese in der Medulla oblongata zu den allerschwierigsten gehören, den grössten Verwechselungen ausgesetzt sind, und zum Theil überhaupt den jetzigen anatomischen Methoden nicht zugänglich scheinen. Ich glaube die Theorie trotzdem verantworten zu können. Wenn ich zunächst in den eingestreuten Ganglienmassen Endapparate der betreffenden Nervenstränge suche, so weiss ich sehr wohl wie schwer es hier ist, einem von einer Zelle abgehenden Nervenfaden eine bestimmte Stelle anzuweisen, überhaupt über den Verlauf von Nervenfasern etwas Bestimmtes auszusagen, welche von der Ebene abweichen. So würde natürlich ein durch die Stränge schräg hindurchziehender Nervenfaden, wenn er gerade innerhalb der Stränge durchschnitten würde, als zu ihn gehörig angesehen werden müssen. Daher könnte Jemand den Beweis für zweifelhaft ansehen, dass von einer Zelle eine Nervenfaser ab-

gehe und bis in die Vorderstränge verfolgt werden könne. Das scheint auf den ersten Blick richtig, ist es aber bei genauer Erwägung nicht. Ich gehe zunächst von der Thatsache aus, dass gerade an dieser Stelle beim Kalbe und Ochsen der von der Zelle abgehende Axenfortsatz über lange Strecken verfolgt werden kann, dass man ihn also hier aus den Vordersträngen sich erheben sehen kann. Um nun den Beweis zu führen, dass es wirklich Fasern der Vorderstränge sind, welche in solche Ganglienzellen münden, überlege man sich, womit dieselben verwechselt werden können. Man wird zugeben, mit nichts anderem, wie mit Circularfasern, die herumziehen, und mit heraufkommenden Nervenfasern von einer eintretenden Nervenwurzel. Man kann hier an Facialis, Abducens und Trigeminus denken. Ich will nicht läugnen, nehme es sogar bestimmt an, dass unter den zerstreuten grossen Ganglienmassen viele diesen Nerven als Endigung dienen; für die grössere Zahl muss ich es jedoch in Abrede stellen. Zunächst existiren hier an den Zellen abgehende Axenfortsätze, die sich nach oben wenden; für solche bleibt absolut keine andere Annahme, wie die Zugehörigkeit zu den Vordersträngen. Besonders evident ist das bei den grossen Zellen der inneren Region der Crura cerebelli, wo man fast durchweg mit Leichtigkeit die Richtung des Axenfortsatzes nach den Vorder- resp. Seitensträngen hin verfolgen kann, also abgewendet von Acusticus, Trigeminus, Facialis etc.

Einen weiteren Grund sehe ich in dem Charakter der Nervenfasern selbst. Bei den gekreuzten Fasern, welche in den Maschenregionen der Crura cerebelli, also ziemlich am Boden des vierten Ventrikels liegen, kann man wohl auf den Gedanken kommen, diese Fasern für gekreuzte Facialis, Abducens oder Acusticusfasern zu halten, um so mehr, da dergleichen Fasern an dieser nämlichen Stelle vorkommen. Glücklicherweise liegen hier die Durchschnittsfiguren aller dieser verschiedenen eintretenden Nervenstränge so dicht neben einander, so dicht auch neben den Vordersträngen, dass ein Blick den bedeutenden Unterschied erkennen lässt und eine Verwechselung unmöglich macht. Der Unterschied liegt in der Dicke der Fasern und ist frappant und kaum nothwendig durch Zahlen bewiesen zu werden. Man nehme nur das Kalb, und wird leicht überzeugt sein.

Aus den genannten Gründen glaube ich eine provisorische Endigung von Fasern der Vorderstränge in diesen Zellen annehmen zu müssen, ohne damit behaupten zu wollen, dass alle hier vorkommenden Zellen als solche Endapparate dienen. Ich wiederhole noch einmal, dass bei einer Controlle dieser Stelle besonders auf Richtung

und Dicke des abgehenden Axenfortsatzes zu achten sei und dass man sich nicht auf menschliche Medulla oblongata allein beschränken dürfe.

Gehen wir von dieser Endigungsweise der Vorderstränge aus, so muss nach den oben angeführten Annahmen folgerichtig ein zweites weiterziehendes Fasersystem angenommen werden, welches von den Protoplasmafortsätzen der Zellen ausgeht. Dieses in situ sichtbar zu machen, habe ich aber für unmöglich erklärt. Der wahrscheinliche anatomische Anhalt liegt in der Schmalheit der Fasern und ihrer vermehrten Zahl, und in der Richtung derselben, welche mit der der Protoplasmafortsätze übereinstimmt. So glaube ich, ist man also nicht nur berechtigt, sondern genöthigt, die Massen jenseits des Pons als die mittelbare Fortsetzung der Vorderstränge anzusehen, in die aber ein Zellensystem eingeschoben ist, welches eine Complication hinsichtlich der Zahl und Richtung und eine Veränderung des anatomischen Charakters mit sich gebracht hat. Ich möchte wünschen, dass die gegebene Darstellung eines sehr complicirten Verhältnisses, deren Fehlerquellen ich mir nicht verhehlt habe, überzeugend sei, glaube aber freilich, dass nur eigene Anschauung eine vollständige Ueberzeugung bringen kann, die nicht so schwer zu erreichen ist und bei der ich Imbibitionspräparate vom Kalbe besonders aus der Gegend vor und an dem Corpus trapezoides empfehlen muss. Bei der Controlle am Präparate glaube ich keinen Widerspruch fürchten zu müssen.

Während diese Fasermassen unter den ausserordentlich entwickelten Querfasern des Pons hinziehen, sieht man aus ihm heraus oder zu ihm nach allen Seiten besonders aber massenhaft durch die Raphe Faserzüge treten, welche sich in der oberen eigentlichen Ponsmasse verlieren. Die Frage ist, was wird aus solchen; gehen sie von den Strängen zur Brücke oder muss man in ihnen das centripetale Fasersystem des Pons sehen. Ich glaube das letztere. Das Massenverhältniss des Pons zu den unter ihm weitergehenden Fasern und die Analogie mit allen anderen von ihm abgehenden Fasersystemen scheint zu der Annahme zu nöthigen, dass es sich um Fasern handelt, welche von ihm kommend, nach dem Centrum weiterziehen.

Kommen wir demnach an die Stellen jenseits des Pons, so sehen wir die fortschreitenden Massen der Vorder- und übrigen Stränge oben begrenzt durch die beiden Pedunculi cerebri, deren Masse nach unten sehr bald durch die Substantia nigra abgegrenzt wird, in deren Mitte bald die graue Masse des Infundibulum erscheint. Die beiden

Seiten trennt eine sehr stark entwickelte Raphe und an der äusseren Peripherie erscheint eine seitliche Ausbuchtung der Schleife, welche centripetale Fasern von dem Pons zu den unteren Vierhügeln führt. Hier wird die Gegend noch einmal durch eine massenhafte Kreuzung verändert, deren Fasern, wie es scheint, alle in das Durchschnittsbild der Crura cerebelli ad corpora quadrigemina münden. In derselben Gegend sieht man dann ferner, dass um die graue Masse, welche anfangs den Boden des vierten Ventrikels einnimmt, später die Peripherie des Aquaeductus Sylvii umschliesst, neue Faserbündel auftreten mit dem unverändert breiten Charakter, welchen die centripetalen Fasern der Vorderstränge anfangs hatten. Es sind dies die centripetalen Fasern des Oculomotorius, bei denen sich also im Kleinen noch einmal ebenso wie an denen des Trochlearis der schematische Verlauf des Vorder- resp. Seitenstranges wiederholen muss. Bei der Betrachtung der einzelnen Nerven gehe ich darauf wieder ein.

Die Seitenstränge. Wenn es richtig wäre, wie gegenwärtig meist angenommen zu werden scheint, dass die zur Medulla oblongata tretenden Seitenstränge des Rückenmarkes sich hier vollständig und en masse kreuzen, um als Pyramidenkreuzung weiterzugehen, so könnte von einer weiteren Fortsetzung und Verfolgung derselben hier nicht die Rede sein und die ganze Frage nach dem terminalen Verhalten dieser Theile, d. h. der in den Seitensträngen aufsteigenden motorischen und sensibeln Bahnen, löste sich auf die allereinfachste Weise. Es musste nun auffallen und ist von Stilling auch behauptet worden, dass die Stelle, wo in dem Rückenmark die Seitenstränge gelegen waren, bei fortgesetzter Beobachtung in der Medulla oblongata immer markirt bleibt und man also die Frage nach den dann hier liegenden Theilen zu lösen haben würde, wenn man auch die ganzen Seitenstränge als Pyramiden zur anderen Seite gehen lassen will. An Erwägungen der Art wird man allerdings von Anfang an beim Menschen nicht so direct erinnert wie bei Thieren, wo sich in der Medulla oblongata das Bild des Rückenmarkes trotz Pyramidenkreuzung, trotz circulärer Fasern für den blossen Augenschein erst später verwischt, und so mag darin der Grund des mangelnden Verständnisses liegen. Die ganze Frage gehört im Einzelnen wohl nicht zu den schwierigsten des Gebietes.

(Lücke im Manuscript.)

Das Verhältniss ist im Ganzen nicht so einfach, wie es nach diesen Angaben scheinen könnte, wenn auch alle einen Theil des wahren Sachverhaltes enthalten. Es ist richtig, dass die Pyramiden sich aus der Seitengegend der weissen Rückenmarkssubstanz entwickeln, es ist richtig, dass Theile der Seitenstränge direct weiter gehen bis zum grossen Gehirn etc. etc., aber alles dies geschieht nicht, ohne dass die betreffenden Theile bestimmte Veränderungen erführen, ohne, um es gleich auszusprechen, dass sich provisorische Endigungen, erste Stationen von Ganglienzellen hier erkennen liessen. Das Princip, was ich schon bei den Vordersträngen auseinandersetzte, und was dort erst hoch oben zur Geltung kam, ist hier zum Theil schon sehr früh zu constatiren und gibt ebenso wie das entsprechende Verhalten der Hinterstränge den wichtigsten Anhalt für die ganze Theorie des Faserverlaufes.

Ich erwähnte schon vorhin, dass in der Uebergangsstelle von Medulla oblongata und Rückenmark die Gegend der weissen Stränge, welche in dem Winkel zwischen Vorder- und Hinterhörnern liegt, vor der übrigen Masse ausgezeichnet wird. Man sieht hier die Trennung zwischen grauer und weisser Substanz zunächst unbestimmt und verschwommen werden; dann ist es die graue Substanz, welche in Form von seitlichen Nebenhörnern sich in die weisse hinein erstreckt und durch wuchernde Balken zuletzt die sogenannte formatio reticularis darstellt, in welcher Balken grauer Substanz Maschen von longitudinal verlaufenden Nervenfasern in sich schliessen. Von den Faserzügen dieser formatio reticularis aber entwickeln sich die Pyramiden und entwickeln sich auch wohl später die circulären Bahnen. Denn die Balken dieser durchbrochenen Region, welche gewissermaassen um die eigentlichen Hörner herumstehen, sind es gerade, aus welchen die circulären Faserzüge sich zunächst erheben, die ihnen zur Grundlage dienen.

Es wird also darauf ankommen, die Bedeutung dieser Reticularformation, ihr Verhältniss zu den Seitensträngen einerseits, zu den Pyramiden und endlich zu der grauen Substanz zu verstehen, um hier über die ersten Beziehungen der Seitenstränge ins Klare zu kommen. Um diese Verhältnisse richtig zu würdigen beachte man folgende Umstände:

Während bis zu der Entwickelung der durchbrochenen Masse die Faserzüge der weissen Stränge fast vollständig von gleicher Beschaffenheit waren, kleinere vorhin notirte Unterschiede zwischen inneren und äusseren Partien ausgenommen, erscheint hier plötzlich ein Unter-

schied der auffallendsten Art. Die von dem Balkenwerk umschlossenen Faserzüge, aus denen sich die Pyramiden entwickeln, enthalten wie diese selbst Fasern schmaler Art. Das Bild ist schon bei schwacher Vergrösserung ganz überzeugend, und es giebt kaum ein instructiveres Bild, um sich von der Bedeutung solcher Faserunterschiede eine Vorstellung zu machen, als wenn man hier den Nervus accessorius, der sehr breite Fasern besitzt, diese Reticularformation durchbrechen sieht (Taf. IV, Fig. 13 *A'*). Das zweite Factum, welches man beachte, ist, dass mit der Entwickelung dieser Reticularformation die Masse der nicht von diesem Maschenwerk umschlossenen Seitenstränge, in welche also die Pyramidenbahnen nicht hinein verfolgt werden können, absolut abnimmt. Drittens mache ich darauf aufmerksam, dass zu der Reticularformation auch sich erhebende Fasern aus den Hintersträngen heran- und hindurchgehen, so dass später, wenn das Hinterhorn auf die Seite gerückt ist, kaum mehr eine Grenze der reticulären Partien gemacht werden kann. Endlich habe ich hinzuzufügen, dass die graue Masse, welche die Balken hergiebt, zum grössten Theil als eine wirkliche Massenzunahme aufzufassen ist, nicht bloss etwa als eine Zerspaltung einer sonst unveränderten Fortsetzung des Rückenmarksschemas. Es kommt dazu, dass sich die Zellen, welche in diesen Balken gelegen sind, zum Theil mehr oder weniger auffällig von denen der übrigen grauen Masse unterscheiden.

Wenn man alle diese Verhältnisse zusammenfasst, so scheint es nicht schwer, zwischen den möglichen Bildungsbedingungen der formatio reticularis nur eine bestimmte Wahl zu treffen.

Was zunächst die Hauptsache ist, es handelt sich um eine Gegend, welche unter allen Umständen von der grössten Masse der Seitenstränge verschieden ist oder geworden ist, und es würde eine Sache der Physiologie sein, die verschiedenen Massen und das Product derselben, die Pyramiden, nach der Function genauer zu bestimmen. Die Anatomie giebt dazu folgenden Anhaltspunkt. Die Ansammlung der betreffenden Massen kann zunächst so gedacht werden, dass Faserzüge, welche in den übrigen Theilen des Rückenmarks in die weisse Masse eintreten würden, hier innerhalb der grauen Masse aufsteigen und daher dieselbe balkenförmig auseinanderdrängen. Diese Annahme wird dadurch widerlegt, dass für solche Verhältnisse die Entwickelung eine viel zu massenhafte wird und besonders dass sie als eine Wucherung, nicht als eine Zerklüftung der grauen Masse beginnt. Dann liesse es sich denken, dass es nur unveränderte Theile der Seitenstränge sind, welche von der wuchernden

grauen Masse umwachsen werden und dann zuletzt in die Maschen zu liegen kommen. Unverändert sind, wie gesagt, die Theile aber nicht, sondern auf den ersten Blick an Zahl und Grösse unterschieden, und bei voller Entwickelung dieser formatio reticularis ist die Masse den unveränderten Seitensträngen bei weitem überlegen. Berücksichtige ich alle diese Momente und nehme ich ferner hinzu, dass alles Schmalerwerden von Fasern in so bedeutendem Grade nicht plötzlich vorzukommen pflegt und dass so bedeutende Lageveränderungen wie die der Pyramiden sonst in den Centralorganen nur durch Vermittelung von Ganglienmassen als provisorischen Endapparaten möglich werden, so bleibt bei der Entwickelung der formatio reticularis nur die eine Möglichkeit: Die Fasern derselben sind solche, welche schon einen ersten centralen Endpunkt gefunden haben, sie gehören einem zweiten centripetalen System an. Die Ganglienapparate, welche in den Seitensträngen wuchern, dienen bestimmten Theilen derselben als erste Endigung, von der aus dann das Fasersystem entspringt, welches zwischen den Maschen sich ansammelt. Ich habe öfters darauf aufmerksam gemacht, dass ich es für anatomisch unmöglich halte, von einer wenn auch grössten Ganglienzelle das doppelt abgehende Fasersystem auf Schnitten nach den gewöhnlichen und hier allein möglichen Methoden sichtbar zu machen und erinnere nur an alle in dieser Beziehung oben gemachten Bemerkungen. Die Anatomie muss sich also begnügen, die betreffenden Zellen, welche in solchen Theilen liegen, isolirt als Nervenzellen mit dem gewöhnlichen Schema zu charakterisiren, alle möglichen anderen Verbindungen auszuschliessen und so durch Exclusion zu einem nothwendigen Schlusse zu gelangen. So verhält es sich wohl hier. Die Ganglienmassen, welche hier die Balken zusammensetzen, werden demnächst beschrieben, hier soll nur für diejenigen, welche neben dem eintretenden Accessorius gelegen sind, bemerkt sein, dass dieser an der betreffenden Hauptgruppe vorbeigeht und in die Masse des Vorderhorns sich erhebt. So glaube ich es denn als sicher hinstellen zu können, dass ein Theil der formatio reticularis als veränderte Seitenstränge aufzufassen ist, und zwar höchst wahrscheinlich in der Art verändert, dass die betreffenden Faserzüge in den Zellen einen ersten Endpunkt gefunden haben und nun als centripetale Fasern nach den Pyramiden weiter ziehen. Damit ist die Erkenntniss der Reticularformation aber nicht erschöpft, ein grosser, vielleicht der grösste Theil derselben gehört später wenigstens den sich erhebenden Hintersträngen an, welche, indem sie entweder an den Pyramiden Theil

nehmen oder als Circularfasern sich erheben, sich auch hier ansammeln resp. hierdurch ihren Weg nehmen. Auch in diese wuchern, wie gleich zu besprechen, graue Massen in grösseren Dimensionen hinein und verdrängen die Masse der Hinterstränge vollständig. Also auch diese Analogie spricht für ein ähnliches Verhalten der Seitenstränge in der Formatio reticularis.

Dass nun aus dieser reticulirten Gegend die Masse der Pyramiden hervorgeht und dass der grösste Theil der Seitenstränge dabei unbetheiligt bleibt, davon kann man sich, wie mir scheint, leicht überzeugen. Nach vollendeter Pyramidenkreuzung sieht man die übrig bleibende Partie der Seitenstränge ganz unverändert weiter ziehen. Wenn ich nun die Hauptmasse der anfangs sich bildenden Reticularformation, soweit sie an der Bildung der Pyramiden betheiligt ist, als durch die graue Masse schon veränderte weisse Substanz auffasste, so entsteht die Frage, ob im weiteren Verlauf das Verhältniss immer dasselbe bleibt. In dieser Beziehung nun kann, wie ich schon angab, gesagt werden, dass von der ganzen Peripherie der grauen Masse, mit Ausnahme der eigentlichen Substanz des Hinterhornes, die balkenförmige Anordnung der formatio reticularis ausgeht, ja wie man wohl auch hier die Sache bezeichnen kann, dass das graue Horn ganz in solches Balkenwerk zerfällt, welches dann immer mehr nach aussen reicht und immer mehr umgebende Stränge in sich aufnimmt. So kann es denn zuletzt dahin kommen, dass in die formatio reticularis auch Theile hereingezogen werden, welche eine durchaus andere Bedeutung haben und deren Nervenfasern sogleich angesehen werden kann, dass sie noch durchaus keine Veränderung erlitten haben. In genannter Beziehung entsteht nun ein schon mit blossem Auge erkennbarer Unterschied zwischen Vorder- und Seitensträngen, der darin seinen Grund hat, dass fast die ganze Masse der Seitenstränge von der wuchernden grauen Masse durchzogen wird, welche hier bis zur äusseren Peripherie reicht. Es handelt sich hier also um eine ausserordentliche Entwickelung der grauen Substanz, sowohl der motorischen Provinzen (Vorderhörner) als auch der sensibeln, zu welchen wir nicht blos die äussersten sensibeln Hörner, sondern auch ihre Basis zu rechnen haben. Es ist daher möglich, dass in der Substanz der Seitenstränge graue Massen erscheinen, welche als wirkliche Endigungen zunächst motorischer, dann aber auch sensibler Nerven aufzufassen sein werden, und zu denen dann der Nervenstamm unter Umständen erst auf grösseren Umwegen wird herantreten können, die aber dann doch den entsprechenden Stellen des Rückenmar-

kes vollständig analog sind. Dieses Verhältniss ist nothwendig im Auge zu behalten, um die weiteren Erscheinungen der Seitenstränge überhaupt verstehen zu können.

Schon in den ersten Anfängen des veränderten Rückenmarkes ist nach den gegebenen Auseinandersetzungen die Grenzbestimmung der Seitenstränge schwierig, zum Theil unmöglich, namentlich gegen die formatio reticularis hin. Ueber die Balken der Reticularformation sieht man dann die circulären Faserzüge sich erheben, welche oben eine longitudinale Richtung einnehmen, dann zum Theil auf die andere Seite gehen und diesseits oder jenseits der motorischen Nerven entweder die Vorder- oder Seitenstränge verstärken. Die obere Grenze der Seitenstränge ist nicht immer, wenigstens nicht bei allen Thieren, die Peripherie; besonders bei den Wiederkäuern dehnen sich die Pyramiden oben mehr flächenhaft aus, so dass dieselben vom Nervus hypoglossus zum Theil durchbohrt werden und dann oben auf den Seitensträngen aufliegen. Unter ihnen und gegen die ganze seitliche Peripherie hin sieht man dann die ganz unveränderten Fasern der Seitenstränge, wie sie aus dem Rückenmark ankommen, weiterziehen. Bald indessen verändert sich das Bild, an der Peripherie sammeln sich zonale Fasersysteme, welche um den ganzen Rand bis zu einer Stelle unterhalb oder zur Seite der Hinterstränge weiter ziehen und die als Fibrae arciformes, besonders aber als Stratum zonale Arnoldi bekannt sind. Nicht bei allen Thieren liegen diese, wie später auseinanderzusetzen, ihrer ganzen Länge nach in der Peripherie, sondern bei einigen, z. B. Hund, zum Theil auch beim Menschen, treten sie durch die Seitenstränge, haben also einen sehr gebogenen Verlauf, bei dem nur Anfang und Ende an der äusseren Oberfläche gelegen sind. In demselben Verhältniss aber wie diese Fasern zuerst erscheinen, sieht man die grauen Massen im Innern der Seitenstränge sich zu einem zusammenhängenden Haufen sammeln. Diese Masse grauer Substanz ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden ausgebildet. Ich habe in den bisherigen Beschreibungen keine Andeutung derselben finden können, wohl weil die Thiere, bei denen der Haufen am grössten und am leichtesten mit blossem Auge sichtbar ist, wenig untersucht worden sind. Beim Menschen muss man allerdings von seiner Existenz schon wissen, um ihn leicht wieder zu unterscheiden. Mit den sogenannten Olivennebenkernen hat er nichts zu thun. Ich will ihn im Folgenden als Kern der Seitenstränge bezeichnen. Seine Ausbildung steht bei verschiedenen Thieren in geradem Verhältniss zu der Menge der am

weitesten abgehenden zonalen Fasern, und eine bestimmte Beziehung zwischen beiden ist schon von vornherein mit ziemlicher Sicherheit zu vermuthen. Dieselbe lässt sich mit Sicherheit nachweisen. Man erkennt, wie die zonalen Fasermassen zum Theil in den genannten Kern sich verfolgen lassen resp. aus ihm hervorkommen; man erkennt ferner, wie aus demselben Kerne Fasern in die Seitenstränge zu verfolgen sind, wo sie in die longitudinale Richtung übergehen. Es lässt sich ferner erkennen, dass die Zellen dieses Kernes dem wiederholt auseinandergesetzten Schema angehören; auch dieser Kern muss demnach als Centralpunkt eines ankommenden und eines abgehenden Fasersystems aufgefasst werden. Das ankommende sind Theile der Seitenstränge, die wie man sich an Längsschnitten überzeugt, in diesem Kern zum Theil untergehen und deren Masse jenseits des Kernes absolut abgenommen hat. Das abgehende System aber müssen die zonalen Fasern sein. Somit kann dieser Kern der Seitenstränge als ein Apparat aufgefasst werden, in dem bestimmte Theile der Seitenstränge ihr erstes Ende finden, um dann andererseits zum kleinen Gehirn weitergeführt zu werden. Es liesse sich auch bei diesem Kern die Frage aufwerfen, ob damit die Bedeutung abgethan sei, ob nicht auch Faserzüge aus ihm hervorgehen, welche in der bisherigen Bahn der Seitenstränge weitergehen und dadurch also der Bahn zum kleinen Gehirn blos die Bedeutung einer geschlossenen Zweigbahn geben, während doch zugleich ein in gerader Richtung weiter leitender Weg existirt. Ich gestehe über eine solche Möglichkeit zu einer bestimmten Ansicht noch nicht gekommen zu sein.

Um sich von den Verhältnissen dieses Kernes am schnellsten zu überzeugen, empfehle ich besonders die Katze und dann erst Kalb und Mensch. Bei der Katze reicht er sehr weit nach unten, wie das ja auch die Olive thut, und ist seine Spitze schon in dem ersten Durchschnitt in der Höhe der Pyramidenkreuzung zu erkennen. Auch beim Menschen erscheint er sehr früh, doch markirte er sich weniger, weil seine Zellen kleiner sind und sich schlechter imbibiren. Im Allgemeinen sind die Zellen desselben nicht so leicht zur Anschauung zu bringen. Sie sind etwas kleiner wie die meisten der motorischen Provinzen, also zum Beispiel kleiner wie die des bald darauf folgenden Facialiskernes, imbibiren sich nicht besonders, wenigstens nicht so von der Nachbarschaft unterschieden und sind isolirt sehr schwer vollständig zu erhalten. Ich sehe indessen in dem Abbrechen der Fortsätze hier keine chemische oder physikalische Reaction, sondern eine Wirkung der localen Lagerungsverhältnisse der

Umgebung, welche einem Abbrechen besonders günstig zu sein scheinen. So sehr nun auch die innerste Masse des genannten Kernes etwas durchaus Zusammenhängendes darstellt, so ist doch seine Umgebung nicht so scharf begrenzt, verliert sich vielmehr allmälig in das Balkenwerk, in welches die Peripherie der grauen Substanz zerfallen ist.

Ausserdem erscheint in der Masse der Seitenstränge in das Maschenwerk eingebettet noch ein mehr discreter Fleck, den ich auf den Accessorius resp. Vagus beziehen muss. Man rechne hinzu die beiden Oliven und man erkennt, wie verschiedene graue Massen die Gegend der Seitenstränge einnehmen können, ohne diese aber doch wesentlich zu verändern. Das Bild wird, was sie selbst angeht, also immer das sein, dass an der äusseren Peripherie und in der Nähe der Nerven sich Fasern von unverändertem Charakter angesammelt halten, während die innersten Massen den Charakter der formatio reticularis mehr beibehalten. Man muss beachten, dass durch die seitliche Stellung der Hinterhörner, durch die Oeffnung des canalis centralis in den vierten Ventrikel die ganze Masse der Seitenstränge in ein Dreieck eingeengt wird, welches seine Basis nach oben gegen die Pyramiden und Oliven kehrt, mit seiner unteren unregelmässigen Spitze als formatio reticularis erscheint. Die Seitenstränge selbst sind daher wohl nie von der vierten Hirnhöhle begrenzt, man müsste denn die formatio reticularis auch in ihren untersten Partien ohne Weiteres als Fortsetzung derselben auffassen, und auch das würde nicht ganz stimmen. Durch die ganze Masse der Seitenstränge in der beschriebenen Gegend ziehen nun circuläre und zonale Bahnen, die wie bemerkt bei den meisten Thieren an der Oberfläche liegen, beim Menschen aber auch sich nach innen kehren und dann die Seitenstränge durchbohren können. Wenn man bedenkt, dass die ganze formatio reticularis mit der grauen Masse zusammenfällt, welche sich in die Hinter- und theilweise in die Seitenstränge einsenkt, so wird man es verständlich finden, dass später von den sich erhebenden pyramidalen und circulären Faserzügen nicht mehr wird unterschieden werden können, ob sie den seitlichen oder den Hintersträngen angehören. Ich muss es daher unentschieden lassen, ob die aus der formatio reticularis sich erhebenden Fasern auch den Seitensträngen Massen entziehen. Im Verlauf komme ich auf die sehr complicirten Verhältnisse dieser Gegend zurück. Hier nur so viel, dass die aufsteigenden circulären Fasern auf jeden Fall, wie es scheint nach vollbrachter Kreuzung, oder auch direct oberhalb der Seitenstränge wei-

ter ziehen können, um dann wohl direct in die Oliven einzutreten. Nur insofern, scheint mir, kann von einer Beziehung der Seitenstränge zu den Oliven in anatomischem Sinne gesprochen werden. Bis jenseits der Oliven sieht man nun die Masse der Seitenstränge nur durch die eben erwähnten Verhältnisse verändert weiter fortziehen. Das graue Maschenwerk hat sie fast ganz durchsetzt, dichtere Ansammlungen desselben können als besondere Kerne bezeichnet werden, Kerne der Seitenstränge, Accessoriuskern, Nebenolive. Die circulären Faserzüge durchsetzen sie mannigfach in den verschiedensten Zügen und die äussere Begrenzung geben die Fasern des Stratum zonale.

Jenseits der Olive sieht man zunächst die Grenze der Seitenstränge verwischt werden; über ihnen sammeln sich Massen schmalster Fasern, deren Entwickelung von den Oliven abhängig gedacht werden muss, wohl die directen Fortsetzungen dieser Theile. In ihnen selbst erscheint der grosse Kern des Facialis, zu dem die Fasern vom Boden her in bisher ganz unbekannter Weise massenhaft aufsteigen. Aber sonst bleibt die Masse der eigentlichen Seitenstränge eine wenigstens theilweise unveränderte. Plötzlich tritt ein etwas verändertes Bild an die Stelle. Wir gehen in der successiven Untersuchung nach oben und nähern uns der Abgangsstelle des Crus cerebelli ad pontem und den grauen Massen der oberen Olive. Man sieht hier, ähnlich wie ich es vorhin von den Vordersträngen angab, aus den breiten Zügen der Stränge Axencylinder zu Zellen besonders nach oben, aber auch nach unten treten, und kann die Einmündung beider ineinander recht handgreiflich erkennen; ausserdem aber sieht man von dem Crus cerebelli und zwar von seiner innersten Partie Fasermassen sich mehr oder weniger senkrecht erheben, und in den Seitensträngen sich verlieren. Diese Faserzüge sind als echte Fasern der Seiten- resp. Vorderstränge schon an ihrer enormen Breite zu erkennen, und man bemerkt an den meisten Fasern dieser Gegend eine nach unten gekehrte Richtung; verfolgt man diese Fasern nach unten, so sieht man sie in die grossen Zellen der inneren Gegend des Crus cerebelli einmünden, eine Stelle, wo auch der Ungläubigste sich von dem Abgange einer Axenfaser von einer Zelle und zwar nach oben hin zu überzeugen Gelegenheit haben wird. Das Verhältniss kann nicht anders erklärt werden, als dass hier Fasern der Seitenstränge sich von ihrer Stelle durch Umbiegung entfernen und in bestimmte Zellen einmünden. Von diesen Zellen aus geht nun aber ein weiteres complicirtes Fasersystem ab, dessen grösster Theil sich jeden-

falls in das kleine Gehirn senkt, während ein anderer, wohl die alte Stelle der breiten Fasern einnehmend, in centripetaler Richtung und direct weiter zieht. Das letztere Verhältniss ist zweifelhaft. Sicher und wie ich glaube leicht zu constatiren ist, dass hier ein grosser Theil der breitesten Fasern der Seitenstränge auf einem engen Raume eine Endigung in grossen Zellen findet, welche am Fusse des kleinen Gehirnes liegen und durch welche sichtlich eine Leitung zum kleinen Gehirn vermittelt wird.

Wovon sich Jeder ferner leicht überzeugen kann, ist, dass an späteren Durchschnittsbildern gerade die tiefsten Hauptmassen mit den breitesten Axencylindern durch Fasern feinsten Kalibers ersetzt sind, welche nicht als ganz directe Fortsetzungen gedacht werden können.

In derselben Gegend und noch etwas weiter vorwärts erscheinen ungefähr in der Fortsetzung des Facialiskernes die sogenannten oberen Oliven, bisher nur bei Thieren bekannt, aber auch dem Menschen nicht fehlend, welche, wenn mich nicht alles täuscht, mit den zonalen Fasern in Verbindung stehen, welche bei Thieren vor dem Pons als Corpus trapezoides bekannt sind, beim Menschen aber in dem Pons versteckt liegen. Auch sie scheinen mir durch Faserzüge gespeist zu werden, welche mit den Seitensträngen in Verbindung stehen.

Mit dieser Gegend, die allerdings bei Thieren noch ganz frei vor dem Pons gelegen ist, sind wir beim Menschen schon weit in die Masse des sogenannten Pons eingedrungen.

(Lücke.)

Ich gehe zur Betrachtung der Hinterstränge über.

Die Hinterstränge sind in vieler Beziehung der am meisten verkannte Theil der Fortsetzungen des Rückenmarkes. Ihre Stellung, Richtung, Begrenzung bot allerdings zu Verwechselungen die leichteste Gelegenheit, und solche waren wohl auch nur bei genauer Kenntniss der inneren Verhältnisse zu umgehen. Wenn man sieht, wie für das blosse Auge die Crura cerebelli ad medullam oblongatam durch ihre hintere Fortsetzung ganz dieselbe Richtung nehmen, wie die Hinterstränge ja sogar als deren wirkliche Fortsetzungen scheinbar auftreten, so scheint in solchen Anschauungen die ganze Bedeutung der Hinterstränge gegeben. Die Hinterstränge münden direct in das kleine Gehirn, pflegt gewöhnlich gesagt zu werden und dergleichen. Wir haben hier indess eines der vielen Beispiele, dass ein Stamm seine

mikroskopische Ansicht und Faserrichtung vollständig beibehält, während seine inneren Bestandtheile total wechseln, so dass am Ende des Verlaufs von den Bestandtheilen des Anfanges kaum eine Spur mehr vorhanden ist. So hier. Es erscheint für das blosse Auge als eine ununterbrochene Fortsetzung, wenn man den dicken Stamm der Hinterstränge bis gegen die Crura cerebelli hinziehen und in diese übergehen sieht. Und doch enthält dieser Stamm beim Uebergange in das kleine Gehirn von den mit dem Rückenmark direct hingeleiteten Faserzügen der hinteren Rückenmarksstränge keine Spur mehr. Dies Verhältniss wird, denke ich, aus den hier folgenden Angaben verständlich werden.

Beim ersten Anfange des verlängerten Markes, den ich in die Gegend des Accessorius-Ursprunges setzen will, haben die Hinterstränge eine bedeutende Mächtigkeit erreicht, von der es aber immerhin zweifelhaft ist, ob sie einem regelmässigen Anwachsen während des Verlaufes des Rückenmarkes ihr Dasein verdankt. Eine erste sichtbare Veränderung an ihnen bemerkt man nun in einer auftretenden Spaltung, die anfangs bloss durch einen feinen Bindegewebszug bewirkt wird und in dieser Weise manchmal schon sehr früh erkannt werden kann, später aber durch eine tiefe Furche äusserlich und innerlich, durch das Auftreten eines grauen Kernes im Innern markirt ist. Auf diese Weise entsteht ein scheinbar selbständiger Strang, der anfangs den Namen des Goll'schen Keilstranges, höher oben an der Medulla den Namen des Funiculus gracilis führt. In ähnlicher Weise gränzt sich zwischen diesem Strange und der Spitze des Hinterhornes eine zweite Partie ab, äusserlich allerdings nicht so scharf getrennt, aber innerlich ebenso durch einen grauen Kern bezeichnet und besonders später, wenn auch nicht immer, auch wohl durch ein bindegewebiges Septum markirt. Dieser Strang führt dann den Namen des Funiculus cuneatus, neben dem noch die Hervorragung um das Hinterhorn von Rolando als Tuberculum cinereum unterschieden wurde. Die genannten Stränge, in welche, wenn man so sagen will, der Hinterstrang zerfällt, scheinen auf den ersten Blick eine beträchtliche Massenzunahme mit sich zu bringen, und so wird es begreiflich, wenn man auch wohl die Stränge des kleinen Gehirns in die Hinterstränge einmünden und hier endigen lässt. Die Massenzunahme ist, was die Stränge anbetrifft, nur scheinbar und das wahre Verhältniss ist wohl ein umgekehrtes. Die äusserlich erkennbare Massenzunahme, die scharfe Trennung der genannten Stränge ist wesentlich von dem Auftreten der genannten grauen Substanzen

abhängig, denen Clarke den Namen der Ganglia postpyramidalia gegeben hat. Die Massenzunahme ist, das soll zunächst angeführt sein, dort am beträchtlichsten, wo die graue Substanz am meisten entwickelt ist; sie kann unter diesen Umständen sogar noch besondere äussere Hervorragungen verursachen, wie diejenigen des Funiculus gracilis am Eingang in den vierten Ventrikel, welche hier den Namen der Clava, Keule, führt, sonst aber keine besondere Bedeutung besitzt. Sie ist bei denjenigen Thieren am deutlichsten, bei denen diese Ganglien am frühesten und am entwickeltsten auftreten, also beim Hund, Katze, weniger beim Ochsen, Kalb, Schaf.

Das Verhältniss ist also so aufzufassen: Am Anfange der Medulla wuchert der mittlere Theil der grauen Substanz in die Hinterhörner hinein, und durch das Auftreten solcher grauen Massen werden in Folge der gleich zu erwähnenden Beziehungen die Hinterstränge separirt. Nicht bei allen Thieren erscheint dies Verhältniss in gleicher Weise und gleich früh, während im Allgemeinen eine Beziehung zu den Pyramidenbildungen und zur Entwickelung der formatio reticularis nicht verkannt werden kann. Beim Kalb sieht man z. B. die genannten Ganglien weit später entstehen und die formatio reticularis ist schon zu beträchtlicher Entwickelung gediehen, ehe von Bildung der Ganglia postpyramidalia gesprochen werden kann.

Abgesehen nun von der Entwickelung dieser grauen Massen wird man nicht verkennen können, dass die inneren Verhältnisse der Hinterstränge wenigstens scheinbar sich nicht ändern. Man sieht Faserzüge aus der grauen Masse in die weisse hineinreichen, selbst an den Stellen, welche oben keine abgehenden Hinterwurzeln mehr erkennen lassen. Die Durchmesser dieser Fasermassen sind die schmalsten, den Pyramiden vergleichbar, schmaler als im Rückenmark, wenigstens giebt es kaum eine Stelle, wo man sich von dem Unterschiede in dieser Hinsicht zwischen Vorder- und Hintersträngen besser überzeugen könnte, als gerade hier. Einer auffallenden, die Dickendurchmesser betreffenden Thatsache habe ich noch zu gedenken, der nämlich, dass die Faserzüge, welche sich als Goll'sche Keilstränge sondern, eine auffällige Gleichförmigkeit ihrer Breite erkennen lassen; es wollte mir noch nicht gelingen, für diese Erscheinungen einen inneren Grund aufzufinden.

Noch eine Strecke weit in den Hintersträngen kann man um das Hinterhorn an glücklichen Präparaten, selbst da noch, wo keine Hinterwurzeln mehr austreten, sich Fasern ansammeln sehen, welche an Breite denen der hinteren Wurzeln entsprechen, und so eine be-

stimmt markirte Gegend einnehmen. So bekommt man denn hier in den Hintersträngen und in der Nähe der Hinterhörner mehrere durch den Charakter der Fasern bestimmt unterschiedene Gegenden, aus denen gewiss mit der Zeit noch mehr heraus zu erkennen sein wird, als bis jetzt möglich ist. Ich muss dringend darauf aufmerksam machen, auch zur Controlle dieser Verhältnisse grössere Thiere zu untersuchen, bei denen alle derartigen Faserunterschiede sich auf das Deutlichste zeigen, während sie meist bei kleineren Thieren und auch beim Menschen nicht so evident zu Tage liegen. Alle diese Verhältnisse sind zur Würdigung der Veränderungen der Hinterstränge wichtig.

Eine fernere Berücksichtigung verdient die Art und Weise wie hier die Hinterstränge von den Hinterhörnern begrenzt werden. In demselben Verhältniss wie die erwähnten Ganglia postpyramidalia sich entwickeln, sieht man das eigentliche Hinterhorn an die Seite verschoben werden, wodurch der Winkel, in welchem die formatio reticularis liegt, mehr zugespitzt wird. Anfangs kommt hierbei das graue Horn dicht an die Peripherie zu liegen und ergänzt das Tuberculum cinereum Rolandi. So ist es besonders beim Menschen, weniger bei Thieren, so erreicht es beim Kalbe die Peripherie wohl gar nicht, und um seinen ganzen Umkreis bleiben dann Faserzüge stehen, die wohl anfangs noch den Hintersträngen zugehören. Später, wie demnächst auseinanderzusetzen, sammeln sich in jedem Falle um diese Peripherie wieder Fasern an, welchen indessen eine ganz besondere Bedeutung zukommt.

Die Hauptsache nun, worauf es hier ankommt, ist die Thatsache, dass die Masse der Hinterstränge abnimmt, allmälig in demselben Verhältniss wie die erwähnten grauen Massen sich entwickeln verschwindet und wie, was ich sogleich hinzufügen will, aus ihr und der benachbarten formatio reticularis sich Faserzüge erheben.

Diese leicht zu constatirende Thatsache, für deren Beweis auch menschliche Präparate vorzüglich geeignet sind, findet in folgenden Verhältnissen ihre Erklärung. Schon von einigen Autoren ist angegeben oder eigentlich vermuthet worden, dass die sich erhebenden circulären Faserzüge, dass vielleicht auch die zu den Pyramiden aufsteigenden Fasern sich aus den Hintersträngen entwickeln, die eigentliche Fortsetzung derselben darstellen. In dieser Annahme liegt der Kern der Thatsache, dass die Hinterstränge in Wirklichkeit an ihrem Orte sammt und sonders verschwinden und in der Gegend der Crura cerebelli gar nicht mehr vorhanden sind, also gar nicht in das kleine Gehirn eintreten können. Indessen ist die Sache

wohl nicht so einfach. Soweit ich die Verhältnisse gegenwärtig kennen gelernt habe, muss ich die Sache so auffassen, dass, wie ich schon oben vorübergehend erwähnte, die Hinterstränge in den in sie hineinwuchernden grauen Massen ihre erste Endigung finden und dass sich von den Zellen aus ein zweites Fasersystem entwickelt mit veränderten Charakteren, welches sich als circuläre Faserzüge erhebt. In dieser Annahme sehe ich die ganze Theorie der nächsten Verhältnisse der Hinterstränge. Der Beweis für dieselben liegt in Folgendem:

Kurz nach dem Beginn der Medulla oblongata kann man bei entsprechenden Durchschnitten fast an allen Faserzügen der Hinterstränge eine schräge Richtung nicht verkennen, ein Schnitt, welcher die Axencylinder der übrigen Stränge vollständig senkrecht durchschneidet, trifft diese schräg, d. h. zeigt zugleich ein Stück ihres Längenverlaufs, und man sieht eine Richtung nach den grauen Massen zu. Ich gebe zu, dass dieses Verhalten möglicherweise auf Zufälligkeiten geschoben werden darf; ausserdem sieht man aber die erwähnten grauen Massen, und das ist wesentlich, mit den weissen durch eine Menge von Faserzügen in Verbindung stehen, welche also scheinbar von der grauen Masse aus in sie einmünden. Diese Züge können noch eine Strecke in der grauen Substanz aufsteigen, sie ganz schräg nach allen Richtungen durchsetzend, also ein ganz unregelmässiges Bild verursachend, wie das bei allen Thieren mit entwickelten Hintersträngen und Ganglia postpyramidalia sehr deutlich und besonders beim Menschen leicht zu beobachten ist. Aehnliche Faserzüge sieht man dann wohl auch höher aufsteigend entweder in gerader Richtung oder schief circulär gegen die Richtung der formatio reticularis. Ueberhaupt kann man annehmen, dass je mehr die formatio reticularis auch nach unten hin zunimmt, sie in gleichem Verhältniss zuletzt mit den Ganglia postpyramidalia und dann mit in ihnen sich ansammelnden Nervenzügen zusammenstösst. Die genannten Faserzüge können nur aufgefasst werden als Fasern, welche aus den grauen Massen in die Hinterstränge einmünden oder aus diesen in die grauen Massen treten. Die erste Annahme ist unmöglich; sie würden die Masse der Hinterstränge verstärken müssen, während diese im Gegentheil sich immer mehr verändern und zuletzt verschwinden. Es bleibt also nur die Annahme, dass die Fasermassen in die graue Substanz eintreten, und auch in diesem Falle wären wohl zwei Annahmen möglich, denen dasselbe directe anatomische Bild entsprechen würde. Man könnte sich denken, dass es noch Faserzüge der hinteren Ner-

venwurzeln seien, welche in den Hintersträngen aufsteigend weit höher hinauf in die graue Substanz einmündeten, höher als noch sensible Nervenwurzeln aus dem Rückenmark austreten. Auch dieser Annahme entspricht zunächst das Massenverhältniss nicht. Ausserdem aber, und das ist die Hauptsache, liegen die genannten Ganglien weit von der eigentlichen Einmündungsstelle der hinteren Wurzeln, dem Hinterhorn, entfernt, in welchem letzteren man zur selben Zeit in entsprechender Höhe noch das ganz unveränderte gewöhnliche Rückenmarksbild selbst in vergrössertem Maassstabe erhält. Somit bleibt nur eine Annahme und zwar die, welche auch durch das entsprechende Verhältniss der Hinterstränge nothwendig gefordert wird, nämlich dass es die veritablen Hinterstränge sind, welche entweder mehr im Ganzen oder strangweise in die hier stark gewucherte graue Masse eintreten, während die weisse Masse verschwindet. Nun entsteht die Frage, gehen die Hinterstränge durch die graue Masse hindurch direct einen anderen Weg weiter, oder findet hier eine erste Endigung statt? Wenn ich mich auch hier für eine provisorische Endigung aussprechen muss, so geschieht es unter den Gründen, von denen ich immer ausgegangen bin. Auch hier sind die Faserzüge zu fein, die Lagerungsverhältnisse zu ungünstig um, wie ich glaube, eine directe Beobachtung an einem Durchschnitt möglich zu machen. Wohl aber lässt sich an diesen Zellenmassen finden, dass sie von dem gewöhnlichen Zellenschema nicht abweichen.

Will man diese Verbindung mit den Zellen nicht annehmen, so muss man in den Faserzügen, welche sich in den Maschen der grauen Substanz ansammeln und welche von hier aufsteigen, die ganz directen Fortsetzungen der Hinterstränge sehen. Ich will und kann natürlich nicht in Abrede stellen, dass dergleichen möglich ist, für wahrscheinlich kann ich es, wenigstens nicht für alle Faserzüge, halten, schon weil die Fasern in den Maschen der Ganglia postpyramidalia und in den weiter aufsteigenden Zügen mit der formatio reticularis übereinstimmen, also schmalster Natur sind.

In den genannten grauen Massen erscheinen also Faserbündel schmalster Form, welche die Fortsetzungen der Hinterstränge darstellen, und wen meine Gründe überzeugt haben, der wird in diesen solche Züge sehen, welche durch Vermittelung der genannten Zellen von den ursprünglichen Hintersträngen getrennt sind. Während sich diese nun ansammeln und in gleich anzugebender Weise weiter ziehen, verschwinden die Hinterstränge von ihrer ursprünglichen Stelle allmälig vollständig. Im selben Verhältniss aber wie sie verschwin-

den, erscheinen von oben und hinten allmälig die Fasern des Stratum zonale Arnoldi, welche bis auf die Hinterstränge herabgehen, diese noch zum Theil umsäumen, dann aber sich nach vorn wenden und sich allmälig zu einem dicken Bündel ansammeln, welches die äussere Partie des crus cerebelli ad medullam oblongatam darstellt. Die Ansammlung dieser Fasern geschieht so allmälig, so in gleichem Verhältniss mit dem Verschwinden der Hinterstränge, dass es begreiflich ist, wenn man die Hinterstränge selbst als Crura cerebelli in das Innere des kleinen Gehirns einmünden liess.

Das Schema der Hinterstränge ist also dieses:

Im ersten Anfang Sonderung in verschiedene, auch wohl functionell verschiedene Bündel, Endigung in den Ganglienmassen, welche sich dann in die Bündel der Goll'schen Keilstränge resp. des funiculus gracilis und funiculus cuneatus einsenken; dann von diesen Ausgang eines centripetalen Systems, welches sich entweder gleich zu circulären Bahnen und zu Verstärkungen der Pyramiden erhebt, oder sich erst eine Zeit lang in den grauen Massen weiter erstreckt, um dann an einem entfernten Orte als circuläre Fasern sich zu erheben und nach einer anderen Stelle zu ziehen.

Den genannten Erörterungen habe ich noch einige unwesentliche Specialitäten beizufügen. Was zunächst die Bildung der Goll'schen Keilstränge oder des funiculus gracilis angeht, so ist bei verschiedenen Individuen und Thieren sowohl der Ort ihres Anfangs als die Vollständigkeit ihrer Trennung variabel. Bei manchen, z. B. der Ziege, sieht man sie besonders zu Anfang durch eine fast vollständige Furche von den übrigen getrennt werden, während bei den meisten anderen es ein nur wenig entwickelter Bindegewebszug ist, welcher die Trennung bis an die Oberfläche bewerkstelligt. Von diesem umgebenden Bindegewebszug sieht man dann auch nach innen mehrere oft ziemlich dichte Septa abgehen, so dass durch die Art der Stellung des trennenden Bindegewebes bei verschiedenen Individuen und in verschiedener Höhe verschiedene Formen der funiculi graciles gebildet werden.

Verfolgt man nun die Entwickelung der Goll'schen Stränge, so sieht man zunächst, dass im Anfange ihre Fasermasse successive zunimmt, vielleicht dann noch, wenn die graue Masse sich in dieselben hineingesenkt hat. Später aber kann man sagen hört diese Zufuhr von Fasern zu ihnen auf, und von der Keule an ist ihre äusserlich erscheinende Massenzunahme wohl nur auf Rechnung der in ihnen auftretenden grauen Substanz zu schieben. Man kann leicht

erkennen, wie die Masse der weissen Substanz durch die Fasern, welche aus der grauen in sie hineinreichten, nicht verstärkt, sondern ganz consequent vermindert wird, während nach oben nach vollständiger Oeffnung des vierten Ventrikels der Goll'sche Strang sich immer mehr abflacht und zuletzt mit dem funiculus cuneatus verschmilzt. Er ist dann später ganz von grauer Masse ausgefüllt, in deren Maschen auch centripetale Fasern in Form der circulären Züge sich erheben, theilweise wohl auch noch eine längere Zeit longitudinal weiter ziehen.

Die Abtrennung der funiculi cuneati geschieht meist später und weit weniger vollständig. Doch ist es nicht gerechtfertigt, wenn Lenhossek diesen eine vollständige Selbstständigkeit absprechen will, weil eben die Abtrennung nicht durch eine tiefe Incisur, sondern durch einen unbeständigen und unregelmässigen Bindegewebszug geschähe. Die Thatsache ist wohl richtig, aber die Selbstständigkeit liegt gerade darin, dass es eine selbstständige graue Masse ist, welche hier in einen Theil der Stränge hineinreicht, dieselben um sich versammelt und ihnen später zum ersten Centralpunkt dient. Die Trennung geschieht allerdings meist etwas später und ist äusserlich nicht immer gleich stark markirt. So ist beim Kalbe die Bildung der formatio reticularis schon weit vorgerückt, auch sind die Goll'schen Stränge schon längst gesondert, wenn mit der Bildung der äusserlich erkennbaren Ganglia postpyramidalia die Abgrenzung der funiculi cuneati beginnt. Ich werde die grauen Massen in dem folgenden Capitel etwas genauer erörtern. Hier möge nur noch angeführt sein, dass mir die massenhafte Erscheinung der grauen postpyramidalen Massen und das schnelle Verschwinden der entsprechenden Stränge mit der mehr oder minder starken Entwickelung der Pyramiden in geradem Verhältniss zu stehen scheint, also minder deutlich auftritt beim Kalbe, beim dem die Pyramiden sehr wenig entwickelt sind, während es sehr stark und schnell geschieht beim Menschen, Katze, Hund etc., die sich auch durch eine viel bedeutendere Entwickelung der Pyramidenkreuzung auszeichnen. Schon dieser Umstand lässt auf eine grössere Betheiligung der Hinterstränge an der Bildung der Pyramiden schliessen, als man bisher annehmen konnte.

Die beiden genannten Ganglien können nun wohl nicht allein der nächsten Endigung resp. Umlenkung der Hinterstränge dienen, sondern auch der nächste Theil der Hinterhörner selbst und die dazwischenliegenden grauen Massen werden dazu verwandt und lassen in sich Maschen zur Aufnahme circulärer Bahnen erscheinen, die dann auch an dieser Seite an die formatio reticularis heranreichen, mit die-

ser zusammenfallen. Während nun mit der Oeffnung des vierten Ventrikels die Hinterhörner ganz auf die Seite rücken und dann natürlich alle genannten Theile in eine Ebene zu stehen kommen, sieht man eine zusammenhängende durchbrochene graue Masse die Vorder- und Hinterhörner trennen, welche also diesen beiden Provinzen entspricht und in denen sich immer Massen von solchen Faserzügen ansammeln, welche hier ihre Richtung verändern. So ist denn das Princip klar, nach welchem die Hinterstränge sich von ihrem ursprünglichen Orte entfernen und dann natürlich nicht in die Fortsetzungen der crura cerebelli eingehen können. Die fortgesetzten Züge der Hinterstränge sind vielmehr in den Fasern zu suchen, welche sich von ihnen aus nach anderen Gegenden hin erheben. Ich führte schon vorhin an, dass von diesen sich erhebende Fasern jedenfalls auch welche in die Pyramiden direct übergehen und an der Kreuzung derselben Theil nehmen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass diese Bündel bei verschiedenen Thieren in verschiedener Weise entwickelt sind, und wie gesagt, mit der frühen massenhaften Entstehung der Ganglia postpyramidalia in Connex stehen. Ueberhaupt scheint mir, dass eine anatomische scharfe Trennung zwischen den sich erhebenden circulären Fasern und der Pyramidenkreuzung nicht gemacht werden kann, wie denn ja auch die Pyramidenkreuzung selbst unmerklich beginnt, als scheinbare Verstärkung der Kreuzung der Vorderstränge und ebenso sich unmerklich verliert in die nachfolgenden Kreuzungen der circulären Faserzüge. Zur Erkenntniss der weiteren Verhältnisse der Hinterstränge wird es also erforderlich sein, die circulären Faserzüge näher zu erforschen. Da diese Züge von einer Reihe von Autoren als eine in der Medulla oblongata selbstständig erscheinende Fasermasse aufgefasst und in ihrem Verhältnisse als Fortsetzungen der Hinterstränge nicht verstanden wurden, so habe ich vorgezogen, alles, was man circuläre Faserzüge und zonale nennt, in einem besonderen Abschnitte zu behandeln, und gebe hier nur kurz die Resultate an, die auch zum Theil bei Betrachtung der Oliven zu beweisen sein werden. Die sich erhebenden circulären Fasern, welche den Hintersträngen angehören, nicht alle thun dies, verlaufen in regelmässig concentrischen Bogen, deren innerster den Hypoglossuskern umkreist, während die übrigen in mehr oder weniger grossen Bogen zwischen den Seiten- und Vordersträngen in die Höhe ziehen, dann die Mittellinie erreichen, um auf der entgegengesetzten Seite eine andere Richtung einzunehmen. Manche von ihnen, besonders zu Anfang, scheinen schon auf der Höhe der Seitenstränge ihre longitu-

dinale Bahn anzunehmen, d. h. sie enden abgeschnitten, ohne natürlich weiter verfolgt werden zu können, wenn sich auch von selbst verstehen dürfte, dass sie wohl höher oben sich auch noch in eine andere Richtung umbiegen müssen. Man sieht nun, dass die genannten Faserzüge, nachdem sie die Mittellinie passirt haben, auf der entgegengesetzten Seite über der Masse der Vorderstränge und unterhalb der Pyramiden weiterziehen. Bei dem Menschen erscheinen sie hier als eine zusammenhängende Masse, welche für das blosse Auge eine Verstärkung der Vorderstränge darstellt, während sie bei Thieren, wo die Oliven unter den Pyramiden gelegen sind, in weniger regelmässige Bahnen gedrängt werden, sich nach der Entwickelung der Oliven richten müssen etc. Während dieses Verlaufes durchziehen sie zum grossen Theil die Oliven derselben Seite in grossen Zügen und sind sehr schwer, manchmal unmöglich von den Faserzügen zu unterscheiden, welche in die Oliven wirklich eintreten. Die Bahnen, auf denen die ersten dieser circulären Faserzüge herauftreten, sind keine andere, wie die Balken, in welche die graue Masse der Peripherie zerfällt, und nur wenige äussere scheinen direct die weissen Massen durchbrechen zu können.

Die Züge nun, in welche die Hinterstränge sich oben fortsetzen, sind keine andere, als diejenigen, von welchen die Oliven ihre Zufuhr erhalten, und wir haben hier also eine Einmündung von Fasern in die Oliven, welche von den Hintersträngen herbeigeleitet werden. Dass auf diese Weise die Hinterstränge die Hauptmasse der zuführenden Nervenbahnen der Oliven darstellen, wird noch deutlicher, wenn man eine zweite Richtung verfolgt, welche die aufsteigenden Hinterstränge einnehmen. Man sieht, dass dieselben nicht bloss an den Oliven vorbeigehen, oder sie durchbrechen, in welchem Falle natürlich eine Endigung zweifelhaft bleibt, man sieht eine zweite Masse sich nach hinten in die Peripherie der Oliven einsenken, ein Verhältniss, das zum Theil mit blossem Auge erkennbar ist und das den Beweis für ein wirkliches Eintreten directer Fortsetzungen der Hinterstränge in die Oliven in sich trägt.

So resultirt denn eine Beziehung der Hinterstränge zu den Oliven, die so aufgefasst werden muss, dass ein Theil der Stränge auf derselben Seite sich nach oben wendend in die Oliven eintritt, während ein zweiter grösserer Theil als eigentliche circuläre Bahn oberhalb der Vorderstränge sich sammelt und von da natürlich zu den Oliven der anderen Seite sich begiebt. Die letztgenannten Züge, die an manchen Schnittbildern sehr augenfällig und auf bei-

den Seiten sehr gleichmässig sein können, erzeugen dadurch den Anschein einer direct aus einer Olive in die andere eintretenden Fasermasse, und haben als solche von Lenhossek den kaum berechtigten Namen der Commissura olivarum erhalten.

Wie später auseinanderzusetzen, kommt es mir nicht in den Sinn, in diesen Fasern die einzigen zuführenden Fasermassen zu den Oliven zu sehen, noch auch zu behaupten, dass die Gesammtmasse der Hinterstränge in die Oliven einmünde. Das ist entschieden wohl nicht der Fall.

(Lücke.)

VIII.

DIE DIRECTEN FORTSETZUNGEN DER GRAUEN MASSEN DES RÜCKENMARKS IN DIE MEDULLA OBLONGATA UND DIE HIER NEU AUFTRETENDEN GRAUEN KERNE.

Die meisten der bisherigen Mittheilungen haben sich nur bezüglich des Anfangs der Medulla oblongata der Fortsetzungen der grauen Massen erinnert, welche aus dem Rückenmark dem Schema entsprechend in das verlängerte Mark zu verfolgen sind, und wenn in einzelnen Fällen bestimmte Andeutungen über weitere Fortsetzungen gegeben werden, so enthalten diese in keinem Falle eine vollständig systematische Durchführung. So mussten denn Beschreibungen resultiren von zerstreuten grauen Massen mit scheinbarer Selbstständigkeit, welche nicht in das Schema passen. Es braucht kaum bemerkt zu werden, wie eine solche Forschung, der das Bedürfniss der Gesetzmässigkeit abgeht, die nächste Gelegenheit für missverständliche Auffassungen in sich schliesst, während die exacte Durchführung eines leitenden Gedankens manche Möglichkeiten von vornherein fast ohne weiteren Beweis ausschliesst. Nur ein Beispiel sei angeführt, das der oberen Olive des Menschen, die natürlich der genauen Beachtung Stilling's in ihrer Existenz nicht entgehen konnte, aber von ihm als ein Endpunkt des Trigeminus auf-

gefasst wurde. Schon vorhin machte ich ferner darauf aufmerksam, wie die strenge Durchführung des gesetzmässigen Princips alle Verbindung eines eintretenden Nervenstammes mit dem kleinen Gehirn, mit den Oliven u. dergl. zurückweist, und so die erste Möglichkeit einer genauen Beobachtung an die Hand gibt. Gerade in solchen Verhältnissen liegen Beispiele, wohin hier ein planloses Suchen führen muss, und dass in einem so verworrenen Gebiet wie das vorliegende klare und bewiesene Axiome den rothen Faden abgeben müssen, um sich in dem Labyrinth der Faserzüge zurecht zu finden, der denn auch, wie ich fest überzeugt bin, in diesem Falle nicht im Stiche lassen wird.

Der rothe Faden aber oder der leitende Gedanke, der, wenn auch nicht alle, so doch den grössten Theil der grauen Masse der Medulla oblongata auf ein gesetzmässiges Schema zurückführen will und muss, ist derselbe, der auch in den Gehirnnerven das Rückenmarksschema wiederzuerkennen sucht. Für die nachfolgende Betrachtung empfehle ich zunächst die Medulla oblongata des Kalbes, und dann erst die des Menschen, bei dem auf den ersten Blick das Schema nicht leicht zu erkennen ist, während es auch hier deutlich hervortritt, sobald man bei der Untersuchung thierischer Gehirne den ersten Anhaltspunkt gewonnen hat.

Als Stilling den ersten Versuch zu einer Aufklärung der Structur der Medulla oblongata machte, war es nicht anders möglich, als dass eine Reihe von Einzelheiten zum Vorschein kam, ohne dass sogleich ein eingehender Plan gewonnen wurde. Aber schon damals wurde der Versuch gemacht, die grauen Massen des Rückenmarks weiter zu verfolgen, die Nervenursprünge zum Theil darauf zu beziehen. Es beschränkt sich indess die Ausführung darauf, dass die Substantia gelatinosa weiter fortgeführt gedacht wurde, dass man in den am Boden der vierten Hirnhöhle liegenden Kernen Fortsetzungen der Vorderhörner sah. Und selbst in dieser Form war es einer eigenthümlichen theoretischen Auffassung wegen nicht möglich, die genannten Massen als vollkommen entsprechend anzusehen. Stilling hatte nämlich die Vorstellung, die eigentlich damals unbegreiflich genannt werden musste, dass die eingetretenen hinteren Nervenwurzeln als vordere Wurzeln das Rückenmark wieder verlassen sollten. Dem entgegen wurde wie für die Gehirnnerven eine besondere Endigung in eigenthümlichen Kernen angenommen. So blieb denn als allgemeines Princip die Annahme übrig, dass in der Medulla zu den ursprünglichen Rückenmarksfasern zunächst neue Massen grauer Substanz hinzutreten, die in sämmtlichen Strängen und um den Canalis spinalis herum lagern, die in den Vordersträngen den sogenannten grossen und kleinen Pyramidenkern bilden,

in den Seitensträngen die Olivenkerne, in den Hintersträngen die grauen Massen der zarten und Keilstränge etc., und um den Canalis spinalis herum die Hypoglossus-, Accessorius- etc. etc. Kerne. Das spätere Werk Stilling's über den Pons Varolii enthält für den weiteren Verlauf des Bulbus rachiticus ferncre Beschreibungen derartiger Thatsachen.

Einen ähnlichen Standpunkt theilt Schroeder van der Kolk. Auch von ihm werden einzelne Bestandtheile des Rückenmarks in unveränderter Fortsetzung angenommen, während andere ganz neue und ohne im Geringsten an das Schema zu erinnern hinzukommen sollen.

(Lücke, in welcher weitere literarische Nachweise gegeben werden sollen.)

Erst in der Angabe von Clarke scheint mir dann für diese Fragen der allerdings bei der richtigen Untersuchung im Allgemeinen leicht zu gewinnende Anfang eines inneren morphologischen Verständnisses zu liegen, und Niemand kann zweifelhaft sein, dass nur dieses hier das physiologische Verständniss mit sich bringen kann.

Wenn Clarke sagt, dass das Vorderhorn durch Bündel aufsteigender Fasern mehr und mehr abgetheilt und zuletzt in ein Netzwerk aufgelöst wird, das den Seitenstrang einnimmt, so liegt darin das Princip, von dem aus die richtige Grundlage gewonnen werden muss. Er geht aber zu weit, wenn er dabei das Vorderhorn ganz untergehen und ganz neue mit ihm nicht zusammenhängende Zellensäulen an seine Stelle treten lässt. So weit ich die Verhältnisse der grauen Masse kennen gelernt habe, verhält sich die Sache in folgender Weise:

Man thut ebensowohl Unrecht, wenn man die Theile des Rückenmarks in nur wenig veränderter Form sich durch die Medulla oblongata fortsetzen lässt, wenn man die Kerne z. B. des Vagus, des Hypoglossus als den Vorderhörnern vollständig entsprechend betrachtet, als wenn man eine Endigung, sei es Abgrenzung, sei es Auflösung der grauen Hörner, annimmt und alle zusammenhängende Massen der Medulla oblongata für vollständig neu, zum Schema hinzukommende Theile ansieht. Das Princip, nach dem man hier ein Verständniss suchen muss, lässt sich kaum besser wie an der thierischen Medulla oblongata aufsuchen.

Geht man von den ersten Anfängen des verlängerten Markes aus, so erkennt man als erste Veränderungen des Rückenmarkes wirkliche Massenzunahmen der grauen Masse, die man zunächst in dem Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn als eine Wucherung anastomosirender Balken erkennt, welche sich in die weisse Masse der Seiten-

stränge herab erstrecken, solche zwischen sich fassen und dadurch den Anfang der formatio reticularis abgeben. Weiter nach vorn nimmt solche Wucherung zu, geht bei Thieren allmälig an der ganzen Peripherie des grauen Hornes entlang, während sie beim Menschen lange in mehr charakteristischer Form den genannten Winkel ausfüllt und hier das längst bekannte Bild herstellt. Schon auf diese Weise kann die formatio reticularis besonders beim Menschen eine beträchtliche Stärke erreichen, ohne dass das Vorderhorn und seine äussersten Theile an Masse beträchtlich abgenommen haben, nur die mittlere Partie, welche Vorder- und Hinterhörner verbindet, scheint als zusammenhängende Masse auf ein Minimum reducirt. Allmälig indess sieht man auch die Hauptmasse des Vorderhorns an dieser Zerklüftung Antheil nehmen, d. h. weisse Massen in ihm auftreten, wobei natürlich die innersten Massen und das benachbarte Balkenwerk nicht den geringsten morphologischen Unterschied zu zeigen brauchen. Noch ehe auf diese Weise das Vorderhorn scheinbar in solcher Zerklüftung untergegangen ist, erscheinen in seiner tiefsten Partie unmittelbar neben dem Centralcanal zwei gesonderte Zellenhaufen, anfangs durch wenige Zellen repräsentirt, später rasch wachsend und von den übrigen Zellen auf dem Durchschnittsbild scheinbar verschieden (vergl. Fig. 13, Taf. IV., Hypoglossus und Accessorius). Dies sind die Anfänge des Hypoglossus- und des Accessoriuskernes. Diese sogenannten Kerne entsprechen also in ihrer Lage nicht der Fortsetzung der Vorderhörner, sie sind aber auch nicht neu auftretende Massen, welche erst nach dem Verschwinden der Hörner erscheinen. Während nun die Wucherung resp. Zerklüftung in der Mitte und an der Peripherie der grauen Substanz sehr regelmässig fortschreitet, sieht man besonders bei Thieren, dass noch lange ein innerster Theil stehen bleibt, der an der Zerklüftung keinen Antheil nimmt, und dessen unterste Partien ein charakteristisches Aussehen bekommen. Das genannte Bild eines zerklüfteten Balkenwerkes kann allmälig die Peripherie erreichen, und es entsteht dann das durchbrochene Bild, welches von der Medulla oblongata immer bekannt gewesen ist. In dieser Ausbildung entspricht also das ganze auf diese Weise zu Stande gekommene Bild einer grauen zerklüfteten Masse, den Fortsetzungen der grauen Massen des Rückenmarkes. Ich denke mir darunter nicht bloss ein morphologisches Correspondiren; wäre dies das einzige Resultat, so könnte man allerdings von theoretischen Spielereien reden. Die ganze zerklüftete Masse repräsentirt die vollständige Rückenmarksstructur, und kann die sämmtlichen functionell wichtigen Elemente enthalten. Ebenso wie im Rücken-

mark die zelligen Elemente sich an manchen Orten zusammenballen und hier als coordinirte Theile gelten können. ebenso darf man erwarten, dass im verlängerten Mark Theile von Anfang an an der Zerklüftung keinen Theil nehmen, zusammen bleiben, ohne deshalb etwas wesentlich Unterschiedenes darzustellen, oder dass sie in der zerklüfteten Masse an manchen Orten dichter, haufenweise zusammengruppirt erscheinen. Man darf daher solche Zellenanhäufungen in der durchbrochenen Masse bis zu der äusseren Peripherie erwarten, ohne damit dem Rückenmarksschema Gewalt anzuthun. Es ist dann klar, dass Nervenendigungen ganz mit dem Charakter der Rückenmarksendigung bloss durch solche Zerklüftung an ganz entfernte Stellen verlegt werden, und an der äussersten Peripherie erscheinen können. Die Beobachtung zeigt, dass dem wirklich so ist. Das frappanteste Beispiel der Art ist der Facialiskern. Vagus, Trigeminus und Accessorius können weitere Belege abgeben.

Aus der genannten allmäligen Veränderung geht aber ferner hervor, dass derartige Kerne nicht zu abgeschlossen gedacht werden dürfen, dass man von vornherein kein Recht hat, die ganze umgebende durchbrochene Masse von der Endigung des zunächst gelegenen Nerven auszuschliessen, wenn nicht die Beobachtung mit zwingenden Gründen das Gegentheil beweist. Wir werden im Verlauf sehen, wie schwer hier die Beobachtung ein positives Resultat nach solcher negativen Seite hin geben kann, und wie sich in einzelnen Fällen, z. B. beim Accessorius, die diffuse Ausbreitung des Kernes bestimmt beweisen lässt.

Wenn also auf solche Weise sich ergiebt, dass die ganze Bahn der zerklüfteten grauen Substanz seiner morphologischen Bedeutung entsprechend als Nervenendigung fungiren, sogenannte Nervenkerne in sich schliessen kann, so folgt daraus nicht, dass sie nicht auch noch andere Verwendung finden kann. Schon im Verlauf des ganzen Rückenmarkes fanden wir nicht das Recht, das Schema in einer Nervenendigung der einfachsten Form zu suchen. Während des Uebergangs in die Medulla oblongata sieht man nun die Masse der grauen Substanz in einem Umfang zunehmen, welcher der Masse der hinzutretenden Nervenbahnen nicht entspricht. Es lässt sich im Gegentheil beweisen, dass ganz abgesehen von dem Verschwinden der hinteren Wurzeln die Nervenzunahme hier keine derartige ist, dass sie zum Beispiel den stärksten Rückenmarkspartien, wie sie den Extremitätennerven entsprechen, überlegen wäre. Die enorm zunehmende graue Masse muss zu anderen Functionen verwandt werden können; dass sie das in Wirklichkeit wird, habe ich z. B. schon in der sich entwickelnden hinteren Partie

gezeigt, deren Massenzunahme hier ja von den Nervenursprüngen selbst vollständig abgeschnitten ist. Wir erhalten daher den zweiten Hauptgesichtspunkt, zunächst dass nicht alle zusammenhängenden grauen Massen im Bereich dieser zerklüfteten Substanz als einfache Nervenkerne aufzufassen sind, und dann dass auch die auseinandergerissenen Massen verschiedenen Zwecken dienen können, und also auch nicht alle zu einem bestimmten Nervenkerne gerechnet zu werden brauchen.

Aus den besprochenen Principien geht also hervor, dass wir die der grauen Rückenmarkssubstanz entsprechenden Massen der Medulla oblongata uns zum Theil durch Zerspaltung, zum Theil durch netzförmige Wucherung in ein mehr oder weniger weitmaschiges Balkenwerk aufgelöst denken müssen, dessen Balkennetze allmälig bis an die Peripherie der Medulla heranreichen, während innerhalb des Netzes an bestimmten Punkten die graue Substanz unaufgelöst und zu dichten Massen zusammengruppirt bleibt. Solche Stellen sind dann die Hauptursprungsstellen bestimmter Nerven, die dem gegebenen morphologischen Princip entsprechend sich zwar weit von einander entfernen können, aber allerdings in grösster Mächtigkeit am Boden des vierten Ventrikels als Hypoglossus-, Vagus-, Abducens- etc. Kerne erscheinen, und in denen man sich also nicht die Fortsetzung eines ganzen Vorderhornes zu denken hat.

Die eben ausgeführte Zerklüftung bezieht sich auf die Vorderhörner resp. die ihnen entsprechenden Massen und die mittlere Verbindung zwischen Vorder- und Hinterhörnern, die das Hauptmaterial für die formatio reticularis abgibt.

Wir haben eine zweite Veränderung, die man recht eigentlich als eine Wucherung, nicht als eine Zerspaltung vorhandener Massen erkennt, in den Theilen, welche sich an die mittlere Partie der Umgebung des Hinterhornes und des Canals nach unten gegen die Hinterstränge erstrecken. Diese, die ich sogleich etwas genauer beschreiben werde, haben den Namen der Ganglia postpyramidalia erhalten, den man ihnen wird lassen müssen. In ähnlicher Weise wie bei den Vorderhörnern sieht man beim Uebergang in die Medulla oblongata auch die Hinterhörner, bei Thieren mehr wie beim Menschen, an Masse zunehmen und dabei sich in ihrer Peripherie auch netzförmig ausbreiten (Fig. 13). Doch kann man im Ganzen sagen, dass gerade das Hinterhorn sich doch am längsten fast unverändert oder doch in seiner alten Form deutlich erkennbar bis unter den Pons Varolii und die Gegend des Austrittes des Trigeminus erhält.

Wenn ich also in diesem die Medulla oblongata durchwirkenden

Netze von grauen Balken mit eingelagerten zusammenhängenden Zellenmassen das Aequivalent der grauen Rückenmarkssubstanz sehe, so kann doch nicht behauptet werden, dass darin die sämmtlichen grauen Massen des Markes eingeschlossen seien. Es giebt graue Massen, die diesem Netzwerk schwer oder scheinbar gar nicht einzuordnen sind, und da wird denn die Entwickelungsgeschichte nachzuweisen haben, ob auch bei ihnen eine nähere Beziehung zu dem Rückenmarksschema vorhanden ist. Im Uebrigen hört aber mit dem Angeführten die physiologische Wichtigkeit solcher morphologischen Untersuchungen auf. Nur für das Verständniss der Nerven und ihrer ersten Endigung, nur für das Verständniss der ersten und wichtigsten Veränderung der grauen Masse und weissen Stränge beim Uebergang in die Medulla oblongata war eine genaue Auffassung dieser Verhältnisse unentbehrlich und hat auch, wie mir scheint, zu einem eingehenden Verständniss geführt. So wie aber die Bahnen weiter gehen, hört die Vergleichung auf und das Rückenmarksschema kann gar nicht mehr erwartet werden. So wird es Niemand in den Sinn kommen, die graue Masse der Oliven in das genannte Schema hineinzuziehen, eben so wenig die grauen Massen des Pons und des Corpus dentatum cerebelli.

Wenn ich nunmehr davon ausgehe, dass die sämmtlichen zu beschreibenden Ganglienmassen Zellen des oben gegebenen Schemas enthalten, also Zellen, die wenigstens ein doppeltes System von Fasern abgeben, so werden alle grauen Massen des Rückenmarks Dreh- oder Wendepunkte darstellen müssen, in denen bestimmte Fasermassen der Art complicirt werden, dass entweder eine einfache Ablenkung vom bisherigen Wege oder eine Veränderung der Grösse der Nervenbahn etc. eintreten muss. Wir werden daher zunächst Zellengruppen erwarten, welche für die Gehirnnerven dieselbe Rolle übernehmen wie die Zellen des Rückenmarkes für die Rückenmarksnerven, welche also morphologisch und physiologisch als deren Fortsetzungen erscheinen, andere aber, welche die ankommenden oder verstärkten Stränge aufnehmen und zu anderen Punkten hinführen. Letztere müssen nicht immer von ersteren getrennt sein, sind es aber gewiss da, wo die Rückenmarksstränge in die entferntest gelegenen Theile hingeführt werden.

Wir können sagen, alle grauen Massen, welche Stränge aufnehmen und zum kleinen Gehirn oder zurück führen, stehen zumeist dem Rückenmarksschema fern. Beispiele davon sind die Oliven und die Brücke. Andere sind zweifelhaft und wieder andere fallen wie es scheint entschieden in das Schema.

Wenn ich nach dem Angegebenen die in der Medulla oblongata er-

scheinenden grauen Massen systematisch unterbringen soll, so würde ich das System in folgender Weise aussprechen:

1. Das graue Balkenwerk, welches die ganze Medulla oblongata durchzieht, hervorgegangen oder entsprechend der motorischen Region und der mittleren Partie der Hinterhörner, dessen Anfang die formatio reticularis darstellt. In ihm liegen entweder zu besonderen grauen Massen zusammengehalten oder in mehr diffuser Ausbreitung die Kerne der Nerven, die ich sogleich näher charakterisiren werde. Ohne Unterbrechung und immer die wesentlichen Bestandtheile enthaltend, lässt sich dasselbe bis jenseits des Pons verfolgen, so dass sich demnach bis zum grossen Gehirn eine ununterbrochene Continuität dieser Massen constatiren lässt. In ihm und nicht scharf von ihm trennbar erscheinen in mehr zusammenhängenden Massen, die nicht als Nervenkerne aufzufassen sind, die von mir sogenannten Kerne der Seitenstränge, die grossen Kerne der Vorderstränge unterhalb des Pons und die Kerne mit den enormen Ganglienzellen an der Wurzel des Acusticus und des Oculomotorius. Auch die grauen Massen, welche im Innern der Raphe erscheinen, sind von diesem Systeme nicht auszuschliessen. Sogar die Substantia nigra Sömmringii ist von diesem Maschenwerk nicht scharf zu trennen.

2. Die Wucherung der grauen Rückenmarkssubstanz, welche von der Mitte der Verbindungsmassen ausgeht und als Ganglia postpyramidalia und retiformia (Clarke) erscheint.

3. Die Fortsetzung der mittelsten Rückenmarkssubstanz, welche die Substantia gelatinosa centralis darstellt, und bei Oeffnung des Canals die Bedeckung der vierten Hirnhöhle ausmacht, dann in sehr verschiedener Mächtigkeit und Ausdehnung hier liegen bleibt, sich in den Aquaductus Sylvii hineinstreckt, hier schon ein mächtiges Lager bildet, dann als Auskleidung des dritten Ventrikels weiter geht und zuletzt in dem Tuber cinereum und dem Infundibulum endigt.

4. Die Fortsetzung des Hinterhornes, so weit die ihm entsprechenden Theile nicht in die formatio reticularis ein- und in dieser scheinbar untergegangen sind, lässt sich verfolgen bis zum Austritt des Nervus trigeminus.

5. Die grauen Massen der beiden Olivenkerne, die ich in einem besonderen Capitel sammt ihren Nebenkernen behandeln werde, und die beide auch beim Menschen in voller Ausbildung vorhanden sind.

6. Die grauen Massen des Pons, auch diejenigen, welche zwischen den Querfaserschichten desselben gelegen sind und also speciell nicht zur Fortsetzung des Bulbus rachiticus gehören.

7. Die grauen Massen, welche die Hervorragungen der Corpora quadrigemina zusammensetzen.

8. Das Corpus dentatum cerebelli.

Den Anfang des grauen Balkenwerkes finden wir als eine Ausstrahlung der mittleren Gegend zwischen beiden Hörnern, bei der bald auch weiter nach innen eine Zerklüftung fortschreitet, wodurch beide Hörner bis auf einen schmalen Streif von einander getrennt werden. Man gehe weiter nach vorn und findet, dass in weiteren Schnitten die graue balkenförmige Wucherung concentrische Linien auch um die Peripherie des Vorderhorns zieht, während sie sich von der Mitte aus weiter nach aussen hinzieht. So entsteht der Anfang der formatio reticularis zum Theil aus Massen, welche dem Vorderhorne, der motorischen Provinz, zum andern Theil aber jedenfalls auch der Basis der sensibeln Hörner angehören. Im weiteren Verlauf, wo die Zerklüftung auch weiter nach hinten vorschreitet, muss man ohne Frage noch weitere sensible Provinzen an ihr betheiligt annehmen.

Während so das graue Balkenwerk der Substantia reticularis in seinem ersten Anfange gewissermaassen einen neutralen Boden darstellt, ist es für sie charakteristisch, dass dieselbe vom Nervus accessorius durchbrochen wird, so dass gewiss manchmal hier sein Kern gesucht worden ist. Es ist aber für die weitere Auffassung dieser Netzmasse nicht minder wichtig, dass in aufsteigender Reihenfolge dem Nervus accessorius Nerven folgen, welche ganz entschieden gemischte Natur besitzen, und daher sicher ein complicirteres Verhalten ihrer ersten Endpartie voraussetzen. Ich habe schon vorhin auseinandergesetzt, wie die grauen Massen dieser Gegend wenigstens in ihrem Anfang nicht den Charakter von Nervenendigungen haben können, da sich an ihnen ein ganz anderes Verhältniss bestimmt beweisen lässt.

In den ersten Ausstrahlungen, welche die graue Masse ausschickt, wird man oft nur ein einfaches breiteres bindegewebiges Gerüst erkennen, welches keine Spur von nervösen Elementen erkennen lässt. Auch bei den übrigen ähnlichen Massen, z. B. den in den Goll'schen Strängen, lässt sich erkennen, wie die graue Masse zuerst nur als Bindegewebsmasse ausstrahlt. Bald jedoch nach den ersten Anfängen sieht man in den genannten Ausstrahlungen zusammenhängende graue Zellenmassen erscheinen. Ein erster mehr distinkter Kern liegt dem Accessorius meist dicht an, reicht am weitesten nach aussen und kann sehr leicht dem Accessorius zugerechnet werden. Er enthält kleinere, dicht gruppirte Zellen, doch von mehr rundlicher, also den sensibeln Zellen nicht ähnlicher Form, an denen

der Accessorius nur vorbeigeht, und die bis höher oben noch charakteristisch bleiben, sich auch, wie mir scheint, gegen Carminfärbung eigenthümlich verhalten. Im Uebrigen enthält die Masse der reticulären Balken zellige Theile von nicht ganz charakteristischer Gestalt, die aber gegen die beiden functionell unterschiedenen Provinzen hin die vollständigen Charaktere einer motorischen oder einer sensiblen Zelle nicht verkennen lassen. An den Partien, wo die Basis des Hinterhorns in das Balkenwerk anfgelöst erscheint, wusste ich in den einzelnen Elementen der Balken keinen charakteristischen Unterschied von den sensibeln Zellen zu finden, und wenn auch die äusserste Partie des Hinterhorns durch solche zerklüftete Massen ganz von den übrigen Partien getrennt wäre, so würde ich kein Bedenken tragen, diese vollständig der sensibeln Provinz zuzurechnen. Betrachtet man sodann die den Höhen der Vorderhörner entsprechenden Massen, so sieht man wie nicht nur die allernächst gelegenen Balken, sondern sogar etwas entfernter stehende von der Hauptmasse absolut nicht zu trennen sind, wie die ersten benachbarten Zellen noch in Haufen zusammenliegen können, und auch die in entfernter gelegenen Balken vorkommenden grössten motorischen Zellen, welche scheinbar ganz isolirt liegen, bei ganz regelmässig ununterbrochener Controlle mit den nächstgelegenen verbunden erscheinen. In dieser ersten nicht zu verkennenden Thatsache liegt das Princip der durch die ganze Medulla oblongata zerstreut erscheinenden Zellen grösster Form, welche bisher hier ohne Regel und Ordnung zu liegen schienen, für welche sich aber auf diesem Wege zunächst ein morphologisches Gesetz ergibt. Wir werden sehen, dass auch ein physiologisches möglich ist.

Dass diese ersten getrennten Zellen noch zu den benachbarten Nervenkernen gehören, lässt sich nicht verkennen und ist hier anfangs für Hypoglossus und Accessorius leicht zu beweisen, und für alle weiteren wird immer solche Möglichkeit bleiben. Zwischen diesen Zellen nun mit entschieden motorischem Charakter und den unteren, bei denen ein ebenso bestimmt sensibler angenommen werden darf, sehen wir die grösste Masse des Balkenwerkes liegen, wie es dann in höheren Gebieten die ganze Medulla oblongata bis zur Peripherie einnimmt. In diesen findet man Zellen, deren Form von den motorischen nicht abzuweichen scheint, deren Grösse aber eine beträchtlich geringere ist, und zu denen man die Bahnen der benachbarten Nerven nicht hinziehen sieht. Diese Bildungen sind von denen der Ganglia postpyramidalia nicht unterschieden. Da die Zellen dem gewöhnlichen Schema zugehören, da sie den eintretenden Nervenwurzeln nicht dienen, da sie keine

anderen Fasern zugeführt bekommen, da sie einen grossen Theil der Seitenstränge umspannen und da sie nachher um sich herum Fasermassen erscheinen lassen, welche sich von den ankommenden der Seitenstränge und auch der Hinterstränge unterscheiden, und welche von dieser Gegend aus nach oben zu den Pyramiden fortziehen, so glaube ich in diesen Thatsachen Gründe genug gefunden zu haben, um die folgende Theorie für wahrscheinlich zu halten. Die grauen in die Seitenstränge hereinreichenden Balkenmassen dienen einem Theile dieser Stränge als Knotenpunkt, als Endigung, von dem aus ein zweites verschiedenes System seinen Anfang nimmt, um in den Pyramiden und in den circulären Fasermassen aufzusteigen und nach entfernten Stellen hingeführt zu werden, vielleicht auch an derselben Stelle in gerader Richtung weiterzugehen. Wenn man im Anfange der Entwickelung dieses Balkensystems wohl noch bestimmte Partien in demselben zu unterscheiden geneigt ist, eine dem sensibeln Horn zunächst gelegene als sensible, eine andere als motorische, so verwischen sich derartige Grenzen von selbst, und nur die unterste Partie, welche eine Verbindung der Mittellinie mit dem Hinterhorn deutlicher unterhält, scheint wenigstens den späteren Nervenursprüngen entsprechend wohl bestimmt zu dem sensibeln Horn gerechnet werden zu müssen. So erhalten wir denn zuletzt ein die ganze Medulla umspannendes Maschenwerk, indem scharfe Trennungen wenigstens nicht an allen Theilen sicher durchzuführen sind. Controllirt man solche mikroskopisch, so findet man, dass in dem Maschenwerk des sensibeln Hornes zunächst allerdings mehr Zellen vorkommen, in welchen dem anatomischen Charakter nach Zellen sensibler Function zu erwarten sind, während die andere Form, besonders die grösste, sich anfangs wenigstens von dieser Gegend mehr fern zu halten scheint, wenn sie auch nicht ganz fehlt. Im Uebrigen findet man sobald das Balkengerüst vollkommen ausgebildet ist, fast durchweg Zellen von der motorischen Form, meist aber kleiner, deren Axenfortsatz zumeist nach unten gerichtet ist, während die Protoplasmafortsätze nach allen oder vielen Richtungen des umgebenden Balkenwerkes ausstrahlen. Hier kann man denn oft die Bemerkung machen, wie besonders um solche Zellen Fasern kleinen Kalibers sich ansammeln, wie die Protoplasmafortsätze in sehr charakteristischer Weise um derartige Bündel longitudinaler Nervenfasern herum gelagert sind und sie umfassen. Anfangs stehen allerdings die Zellen solchen Kalibers den Nervenursprüngen am nächsten, später aber sieht man sie durch die ganze Masse hindurch verbreitet in gleich näher anzugebender Weise. Die Balken des Maschenwerkes sind die Träger von Nervenfasern, die auf ihnen eine an-

dere Richtung einschlagen, insbesondere der circulären; sie brauchen indess nicht durchweg nervöse Elemente zu enthalten, sondern es gibt grössere Strecken, breitere Balken, in denen man bloss die Elemente des einfachen bindegewebigen Stroma's erkennen kann.

Was nun zunächst die Ausdehnung dieses grauen Balkenwerkes betrifft, so kann man anfangs sich überzeugen, dass es in die Region der Vorderstränge nicht übergreift. Der Ort, wo dieses geschieht, fällt ungefähr mit der Gegend seiner peripherisch weitesten Ausdehnung zusammen. Hier und überall an ähnlichen Stellen sieht man anfangs nur Verstärkungen der durchsetzenden Bindegewebsbündel, erst allmälig erscheinen in solchen Zellen, anfangs nur kleinere, bis man dann weiter hin Zellen der grössesten Form auch in den Vordersträngen erscheinen sieht. Die ersten grossen Bündel erscheinen hier bei Thieren oben in der Gegend, wo später der Olivenkern erscheint, und sind dann von diesem schwer zu trennen. Auf solche Weise erscheint denn bald die ganze Medulla oblongata als ein graues Gerüst. Die vollständigste Gleichförmigkeit tritt scheinbar an der Stelle ein, wo die Fasern des Hypoglossus gerade zu Ende sind und auf kleiner Strecke gar kein motorischer Nervenstamm entspringt.

Verfolgt man nun das in dieser Gegend auf die genannte Art entstandene Bild weiter, so erblickt man in dem Balkenwerk an manchen Stellen Massen zusammengehäufter Ganglienzellen, grössere Kerne (ich will den Namen beibehalten) bildend, die dann zwischen die übrigen Balkenmassen eingesprengt erscheinen.

Was diese zusammenhängenden Massen angeht, welche innerhalb des Balkengerüstes erscheinen, so lassen sich auch hier Verschiedenheiten aufstellen. Man findet entweder eine mehr diffuse Ausdehnung der zusammengehörenden Masse, oder eine dichte Zusammendrängung derselben auf beschränktem Raume, der dann recht eigentlich der Name eines grauen Kernes zukommt. Von diffuseren Massen der Art nenne ich zunächst die ganze Verbindungslinie zwischen Hypoglossus- resp. Vaguskern und hinterem Horn, in welchem die durchziehenden longitudinalen Massen nur sparsam vertreten sind. In dieser Masse müssen jedenfalls Nervenendapparate gesucht werden. Von ähnlichen könnte man vielleicht die Massen in dem Anfange der Vierhügel, in der Substantia nigra etc. nennen. Die Kerne aber, in welchen die graue Masse auf einen engen Raum zusammengefasst erscheint, ohne dass aber, wie auseinandergesetzt, dadurch das Princip verändert wird, sind zunächst diejenigen, welche der Mittellinie und dem Boden des Ventrikels resp. dem Centralcanal zunächst liegen

und hier die sogenannten Hypoglossus- und Vaguskerne darstellen über welche demnächst mehr. Zu ihnen gehört der Abducenskern, der nicht die ganz directe Fortsetzung des Hypoglossuskernes darstellt, der Trochlearis-, der Oculomotoriuskern, dann die entfernter gelegenen des Facialis und motorischen Trigeminus. Die Besprechung dieser Kerne folgt bei Betrachtung der Nerven.

Ausser diesen sind nun noch einige andere Kerne der Art genauer zu besprechen, welche nicht als Nervenendpunkte aufzufassen sind. Der Bemerkenswertheste dieser grauen Kerne ist eine bisher noch nicht erwähnte graue Ansammlung, die in den Seitensträngen an deren äusserster Peripherie schon früh erscheint und in das Maschenwerk eingesprengt erscheint, auch sich direct in dieses verliert. Ich werde im Folgenden diesen Kern den grauen Kern der Seitenstränge nennen. Ich hatte auch in dieser Masse anfangs eine Nervenendigung vermuthet, weil sie in Lage und Bau so sehr an den höher oben folgenden Facialiskern erinnert, in den sie bei Thieren auf Querschnitten leicht überzugehen scheinen kann. Das Letzteres nicht der Fall ist, davon überzeugt man sich beim Menschen leicht, und bei genauer Einsicht kann man ebenso leicht die Ueberzeugung gewinnen, dass zu dieser Masse kein Nervenstamm auch nicht auf Umwegen hinzugeführt wird. Nicht bei allen Thieren findet man diesen Kern in gleicher Weise entwickelt, und eine genaue Kenntniss der Lage bei Thieren ist erforderlich, um ihn beim Menschen überhaupt nur wiederzufinden. Am meisten in die Augen fallend erscheint derselbe bei Katze und Hund, doch kann er auch bei Wiederkäuern mit Leichtigkeit erkannt werden. Schon lange ehe sich der Canal geöffnet hat erkennt man an der äusseren Peripherie der Seitenstränge den ersten Anfang in einer dort dichteren Beschaffenheit des Netzwerkes, und bald sieht man auf Längsschnitten die Masse compact werden und den Verlauf der Seitenstränge unterbrechen. Die Fasern der letzteren biegen dabei zum Theil um ihn herum, gehen aber zum Theil auch jedenfalls in ihn hinein. Der Kern reicht nach vorn bis gegen den Anfang des Facialiskernes, wo er sich wieder ohne ganz scharfe Abgrenzung in die benachbarte Balkensubstanz verliert. Seine innere Structur zeigt in einem dichten meist entwickelten bindegewebigen Stroma eine ziemliche Menge nicht besonders grosser Zellen, die ihre Fortsätze sternförmig aussenden, die ziemlich gleichmässig aber von der umgebenden Masse schlecht unterschieden sich imbibiren. Ueber die Bedeutung dieser Kerne habe ich schon gesprochen. Die für die Theorie wichtigen Thatsachen sind, dass die Zellen dem

allgemeinen Schema folgen, dass Bahnen eintretender Nervenwurzeln mit diesen Kernen sicher nicht in Verbindung stehen, dass Fasern der Seitenstränge in ihnen erscheinen, auch in ihnen unterbrochen werden und, was die Hauptsache ist, dass diese Kerne die ersten d. h. die am weitesten zurückgelegenen sind, aus welchen sich die Fasern des Stratum zonale entwickeln und zum kleinen Gehirn geführt werden. Aus diesen Thatsachen scheint sich mir nur der eine Schluss zu ergeben, dass die beiden Fasersysteme, welche die Zellen dieser grauen Masse voraussetzen, einerseits in den Seitensträngen, andererseits in den zonalen Fasern gelegen sind, dass also dieser Kern Faserbahnen der Seitenstränge zum kleinen Gehirn führt.

Diesem Schluss könnte entgegengehalten werden, dass vielleicht die in diese Massen scheinbar eintretenden Faserzüge dieselben nur durchsetzen, ohne in ihnen mit Ganglienzellen in Verbindung zu treten. Diese Annahme scheint mir nicht haltbar, weil gar keine andere gröbere Faserzüge in die genannten Kerne hineingeführt werden, und weil die Ausläufer der constituirenden Zellen nicht weit genug reichen, um auch durch Vermittelung der Protoplasmafortsätze mit entfernter gelegenen Bahnen in Verbindung zu treten. Für die zonalen Fasern bleibt letztere Annahme schon aus dem Grunde unmöglich, weil der Kern viel weiter zurückliegt wie die Oliven, und die zonalen Fasern sich also wieder zurückbiegen müssten, um zu ihrem Kerne zu gelangen. Die Richtung der Fasern ist hier so, dass man an nichts anders wie an ein Einmünden der Fasern in den Kern denken kann; aber allerdings den Uebergang eines Axenfortsatzes in eine Nervenfaser habe ich hier auf dem Durchschnittsbilde noch nicht mit der nöthigen Sicherheit beobachtet; ich halte indess solche Beobachtung hier noch für möglich, wenn auch für die Theorie nicht absolut nothwendig.

Beim Menschen liegt der genannte Kern noch fast in gleicher Höhe mit den anfangenden Olivenkernen, durch die er natürlich etwas verdrängt werden muss, wodurch er der Beobachtung leicht entgehen kann. Auch färben sich hier die Zellen schlecht und sind daher auf Schnittpräparaten nicht deutlich markirt. Dieser Kern ist demnach dem ganzen Balkensystem, sofern dasselbe nicht als Nervenendapparat fungirt, vollständig zu vergleichen, nur mit dem Unterschiede, dass seine abgeleiteten Faserzüge direct zum kleinen Gehirn geführt werden, und dass die zu ihm geleiteten Fasermassen von den Rückenmarkssträngen herangeführt werden. Er ist dadurch wesentlich unterschieden von dem Verhältniss, welches ich in beiden Oli-

ven glaube annehmen zu müssen, zu welchen die zugeführten Fasermassen wie es scheint alle erst nach anderen Wanderungen der Hinterstränge, nach den Verbindungen mit den Ganglia postpyramidalia und dem Aufsteigen in den circulären Bahnen gelangen.

Ich gedenke jetzt die in dem Balkenwerk enthaltenen Zellenformen einer noch etwas eingehenderen Besprechung zu unterwerfen. Der morphologischen Bedeutung nach fallen alle diese Zellen wie im Vorstehenden auseinandergesetzt wurde, unter die fortgesetzten Zellenmassen der grauen Rückenmarkssubstanz, und sie können in gleicher Weise wie diese als nächste Endpunkte der den Rückenmarksnerven entsprechenden Medullanerven dienen. Dass sie indess dies müssen, folgt nicht im Mindesten, und nur die genaue Untersuchung im gegebenen Falle, an einer gegebenen Stelle wird darüber entscheiden dürfen, ob die Massen wirklich der Nervenendigung dienen oder nicht. Nicht gerade an allen, aber doch an sehr vielen Stellen halte ich eine solche Entscheidung für sehr schwer, an einzelnen fast für unmöglich. Um das Princip festzustellen, wird es zunächst darauf ankommen, an bestimmten Stellen den Beweis zu führen, dass es hier Ganglienmassen gibt, welche entschieden nicht der Nervenendigung dienen. Ich halte dafür, dass sich ein solcher Beweis liefern lässt, und führe zu dessen Stütze zunächst die beiden Kerne an, in denen das Maschenwerk grösster Zellen auf eine kleine Strecke in einer mehr zusammengeballten Form erscheint, also die Massen unter dem Acusticus (Fig. 14 Cr. c.) und diejenigen unter dem Oculomotorius. Für diese beiden Stellen, auf die ich zurückkomme, lässt sich, von anderen einstweilen zu schweigen, der Beweis führen, dass der Axenfortsatz der Zellen sich von allen den Richtungen abwendet, in denen möglicherweise eine Bahn eines benachbarten Nerven an ihn herantreten könnte, und dass der Axenfortsatz von den Fasern der benachbarten Nerven specifisch unterschieden ist.

(Kleine Lücke.)

Wenn man also auf diese Weise nur auf die directe Beobachtung angewiesen ist und jede Möglichkeit offen steht, überzeugt man sich bald, wie diese directe Beobachtung an Ort und Stelle auf die grössten Schwierigkeiten stösst und an manchen Stellen es fast unmöglich scheint, bestimmte Gesichtspunkte zu gewinnen. Die Gesichtspunkte, welche nach meinen Erfahrungen möglich scheinen und aus denen sich vielleicht ein Resultat ergeben könnte, sind die folgenden.

Zunächst ist es also Thatsache, dass Stellen vorhanden sind, wo

die Zellen solchen Maschenwerkes sicher zu einer Nervenprovinz gehören, als Nervenendigung dienen. Schon in den ersten Anfängen des Balkenwerkes bei fast noch unveränderten Vorderhörnern ist es leicht sich zu überzeugen, wie die ersten schon isolirt liegenden Zellen, also z. B. bei Fig. 13, zu den Endigungen des Hypoglossus oder noch sicherer des Accessorius gehören. Es ist ferner Thatsache, dass sich mit gleicher Bestimmtheit bei anderen Elementen des Balkengerüstes das Gegentheil nachweisen lässt, dass eine andere Bedeutung vorhanden sein muss. Ich habe solche schon angeführt und komme darauf zurück.

Versuchen wir nun aus solchen Stellen Kriterien zu entnehmen, welche mit wenigstens annähernder Sicherheit auf zweifelhafte Partien d. h. auf solche angewandt werden können, wo das Verhältniss nicht so aufgedeckt liegt. Zunächst ist es klar, dass die Stellung derartiger Elemente in dem ganzen System der Leitungsbahnen eine bestimmte Richtung der von den Zellen ausgehenden Fasern voraussetzt. Es giebt nun allerdings keinen zweiten Ort, wo die Ausläufer von Zellen so weit und so brillant verfolgt werden können, wie gerade in einzelnen Partien des Balkengerüstes, also insbesondere in der Facialis-Gegend, und das sind auch diejenigen, welche ich empfehle, um sich von einem aus einer Zelle entspringenden Axencylinder am untrüglichsten zu überzeugen. Fasst man solche Zellen in den gelungensten Stellen ins Auge, so hat man Gelegenheit, sich zu überzeugen, wie der abgehende Axencylinder oft genug die verschlungensten Biegungen macht, ehe er seine definitive doch gerade Richtung annimmt, und dass daher scheinbar sehr weit abgelegene Richtungen doch auf die richtige Bahn führen können. Doch wird es immer eine charakteristische negative Richtung geben. Eine Zelle, deren Axenfortsatz von einem in der Nähe aufsteigenden Nervenbündel gerade die entgegengesetzte Richtung einschlägt und in langer Strecke verfolgt werden kann, kann zu solchem Bündel nicht gehören. So ist es also bei diesen grossen polyklonischen Zellen zunächst die Richtung der Axenfortsätze, die, wenn erkennbar, und sie ist es unverhältnissmässig häufig, benutzt werden kann, und dabei oft zu einem positiven Resultat verhilft.

Anders verhält es sich natürlich mit den Protoplasmafortsätzen, deren Stellung und Richtung einstweilen viel weniger sicher verwerthet werden kann. Wenn die oben durchgeführten Ansichten richtig sind, so sind allerdings die Protoplasmafortsätze Abgangsstellen für ein anderes Fasersystem, dessen Fasern einstweilen auf Schnitten

nicht zu beobachten sind, von denen also nicht bestimmbar ist, an welchen Stellen sie abgehen und dergleichen mehr und über die nur Vermuthungen gestattet sein können. Für die hier zunächst zu beantwortende Frage, ob Zellen der Art Nervenendigungen sind oder nicht, ist daher Grösse und Richtung der Protoplasmafortsätze ohne Belang.

Versucht man nun an möglichst frei liegenden Zellen den Axenfortsatz zu erkennen, so wird man zunächst an Imbibitionspräparaten die Bemerkung machen, dass er in nächster Nähe der Zellen auffallend weniger gefärbt ist wie die Zellen und wie die benachbarten Protoplasmafortsätze; erst in einiger Entfernung, wo er sich so zu sagen schon als Nervenfaser emancipirt hat, wird er intensiv roth gefärbt. Hier hat er dann seine definitive Gestalt erreicht und kann mit benachbarten Nervenfasern verglichen werden. An den meisten und gerade an den schwierigsten und zweifelhaftesten Stellen ergibt eine solche Vergleichung die wichtigsten Anhaltspunkte. Wer an den colossalen Zellen am Acusticus den riesenhaften Axenfortsatz hat abgehen sehen, der wird keinen Augenblick zweifeln, dass es sich hier nicht um Zellen handeln kann, die dem schmalfaserigen Acusticus dienen. Besonders interessant sind noch auf dem gleichen Durchschnittsbilde die grossen Zellen der Vorderhörner und Seitenhörner, welche dem Facialis so nahe liegen, dass man gar leicht an eine gegenseitige Beziehung denken kann. In derselben Gegend sieht man die Facialisfasern in der Länge und im Querschnitt (Knie) zusammen, und eine Vergleichung mit den benachbarten Vordersträngen und den in ihnen ziehenden Axenfasern der benachbarten Zellen gestattet die leichteste Vergleichung, und gestattet Zellen mit Sicherheit vom Facialis auszuschliessen, über die man sonst im Zweifel bleiben würde. Was also solche Breitenverhältnisse angeht, so kann ich nur wiederholen was ich früher sagte, dass die Veränderungen des Durchmessers an ein bestimmtes Gesetz gebunden sind, aus dem zwar nicht immer eine verschiedene Function, wohl aber eine abweichende Bahn und eine verschiedene Beziehung zu Zellen geschlossen werden darf. Eine Zelle, welche eine breite Axenfaser abschickt (kann den obigen Principien nach nur eine der grössten sein), kann, abgesehen von Allem anderen, nur dann zu einem bestimmten in der Nähe gelegenen Nerven möglicherweise als Endigung gehören, wenn dieser Nerv die gleich breite Beschaffenheit seiner Axencylinder zeigt. Dass in solchen Verhältnissen etwas absolut Bindendes liegt, soll nicht gesagt werden; wenn z. B. ein Nerv sehr verschiedene Bahnen einschlägt,

so können auch in seinem Stamm die verschiedensten Fasern zusammenliegen, wo dann die Thatsache der Beobachtung nicht immer zugänglich ist. Wenn aber wie beim Facialis der ganze Stamm bequem auf dem Querschnitt sichtbar gemacht werden kann, und sich auf diesem keine erheblichen Unterschiede der durchweg schmalen Fasern erkennen lassen, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein zusammengeballter, aus relativ kleinen Zellen bestehender Zellenhaufen die Endigung abgeben werde, sehr gross. Ich glaube also, dass auch auf derartige Bestimmungen ein Werth gelegt werden darf, wiederhole aber, dass kleinere Unterschiede, die nicht auf der Stelle in die Augen fallen und von denen man sich erst durch Messung überzeugt, nicht benutzt werden dürfen.

Mit der Breite der Axenfasern hängt, wie oben ausgeführt, die Grösse der Zellen zusammen, und auch diese ist hier unter Umständen ebenso wie die Form wichtig. Dass auch auf solche ein grosser Werth zu legen ist, ist allerdings nicht an allen Stellen gleich deutlich. Ich rede hier natürlich nicht von den Zellenmassen, welche sensibeln Gegenden dienen und bei denen die Sache sicher ist. So gut wie es aber der Uebergangsformen wegen Stellen gibt, bei denen die Grösse nicht das Geringste sagt, werden in anderen Fällen gerade die extremsten Formen eine sichere Verwerthung gestatten.

Ich glaube also Grösse der Zellen und Dicke der Fasern in ihrem gegenseitigen Verhältniss zu einander werden benutzt werden dürfen, wenn es sich um das Verhältniss einer bestimmten Zelle zu einem bestimmten Fasersystem handelt. Es wird ferner aber auch die Lagerung und Zahl derartiger Zellen einer bestimmten Region, es wird die Masse und Richtung hinzutretender oder fraglicher Nervenbahnen zu berücksichtigen sein, es wird endlich das jenseits der Zellen gelegene Material untersucht werden müssen.

Was diese Punkte angeht, so kann man zunächst erkennen, dass Balkengerüste mit entsprechenden grössten Zellen an Stellen hingerückt erscheinen können, zu denen gar keine Nervenbahnen mehr hinzutreten, also z. B. jenseits des Bereiches des Oculomotorius und Trochlearis und besonders an dem scheinbaren Ursprung des Acusticus, welche letztere Zellen so tief in den Schenkel des kleinen Gehirns herabreichen, dass an keine Verbindung mit Nerven gedacht werden kann. Was aber die Zahl angeht, so macht man zunächst die Bemerkung, dass diese in den verschiedenen Medulla- und Ponsbezirken ausserordentlich wechselt, dabei aber nicht im geringsten im Verhältniss zu den Nervenursprüngen einer solchen Gegend bleibt. So sieht man bei Thieren in der ganzen

Masse des Pons das Balkengerüst mit den entsprechenden Ganglienmassen gefüllt, und doch könnte hier im ganzen Bereich höchstens von der verhältnissmässig so kleinen Trigeminuswurzel die Rede sein, bei der sich eine bestimmt andere Richtung nachweisen lässt. Im Allgemeinen muss man sagen (es ist hier natürlich nur eine Schätzung, aber eine sehr sichere möglich), dass die ganze Masse der von dem Balkenwerk getragenen Zellen die etwa hinzutretenden Nervenbahnen inclusive ihre Kerne so sehr überwiegt, dass nicht daran gedacht werden darf, diese Theile einfach als Nervenendigung aufzufassen. Es ist klar, dass solche Schätzung nicht überall möglich ist; sie ist es aber wohl, wenn die Hauptmasse der Nerven einer Gegend mit voller Bestimmtheit zu einem sogenannten Kerne zu verfolgen ist und demnach im besten Falle nur sehr wenige Faserzüge für die Nachbarschaft übrig bleiben würden.

Einen weiteren Gesichtspunkt ergibt die Richtung der Nervenfasern einer Gegend, die allerdings nicht immer, aber gewöhnlich, eine so bestimmte ist, dass ganze Massen zerstreuter Zellen der grauen Substanz ohne Weiteres von ihnen auszuschliessen sind. Es sind, wie gleich auseinanderzusetzen, fast nur die Nerven des seitlichen Systemes, welche, um zu ihren grauen Massen zu kommen, Biegungen und überhaupt lange Bahnen durchmachen. Bei diesen haben nun solche Bahnen meist eine sehr bestimmte von zweifelhaften Nervenpartien geradezu abgewandte Richtung, wie der Facialis, der Accessorius und andere, während die des rein motorischen Systems ohne Biegungen zu ihrem Kerne herabgehen und sich meist in nächster Nähe ganz auf diesen beschränken, jedenfalls aber zu entfernteren Partien nicht gelangen können. Es kommt nun endlich hinzu, dass auch das Balkenwerk graue Massen verschiedener Bedeutung trägt, und dass schon die enthaltenen Zellen darauf hinweisen, dass es theilweise einer Zerspaltung resp. Wucherung der Vorderhörner, theilweise aber einer solchen einer mittleren sensibeln Partie entsprechen muss. Auch der Umstand ist, wie aus der folgenden Beschreibung hervorgehen wird, an speciellen Stellen zu benutzen. Endlich zum Schluss muss ich daran erinnern, dass die Fasermassen während ihres Durchtrittes durch die Medulla oblongata allmälig sammt und sonders Veränderungen durchmachen, welche, wie mir wenigstens scheint, nicht ohne Dazwischentreten von Zellen möglich gedacht werden können. Wenn ganze Faserbündel durch Fasern von schmalerem Kaliber und in viel grösserer Zahl ersetzt werden, so scheint es nicht möglich, dass dies durch einfache Verschmälerung resp. Theilung geschehen könne, wenigstens würde es dem ganzen Plan der Anordnung

der Medulla oblongata widersprechen. Genaueres Positives ergibt sich im Einzelnen.

Fasse ich alle genannten Momente zusammen, so resultirt der Schluss, dass zunächst auch die Ganglien, welche einem Nerven zugehören, auseinandergerissen werden und zerstreut in dem Balkengerüst erscheinen können, wie besonders die sensibeln Partien des Vagus und Accessorius, für welche, wie es scheint, angenommen werden muss, dass nicht nur das hinten stehen bleibende Horn, sondern die ganze mittlere zerklüftete Substanz der Träger der ersten Endapparate werden kann. Es folgt aber ferner der Satz, dass die grösste Masse des zerspaltenen Balkengerüstes und der von ihm getragenen Zellen eine andere Bedeutung haben muss.

Für eine solche andere Bedeutung würden nun positive Anhaltspunkte zu suchen sein, und ich glaube diese lassen sich schon theils in den angeführten Thatsachen, theils in der folgenden Beschreibung finden. Danach würde ich die Theorie so aussprechen, dass wie früher schon zum Theil auseinandergesetzt wurde, diese Zellenhaufen als Endapparate der centripetalen Stränge dienen, von denen aus veränderte Fasermassen in veränderter Form und Zahl entweder geradeaus oder nach veränderten anderen Richtungen hingeführt werden können. So ergäbe sich dann das wichtige Resultat, dass höchst wahrscheinlich keine einzige Faser der centripetalen Stränge gerade und direct das grosse Gehirn erreicht, sondern alle in der Medulla oblongata entweder haufenweise oder zerstreut eine provisorische Endigung fänden, von wo aus sie in veränderter Weise fortgeführt werden. Dass solche Endzellen, abgesehen von ihrer Axenfaser, durch ihre Protoplasmafortsätze alle möglichen Verbindungen eingehen können, halte ich für ebenso sicher als dass Verbindungen der Art anatomisch wohl wahrscheinlich gemacht, nie aber bewiesen werden können. Wenn es auch in der Medulla anatomische Substrate für die mannigfachsten Reflexe geben sollte oder wirklich gibt, so können sie nur durch solche Ganglienzellen vermittelt werden, deren Axenfaser einer motorischen Faser entspricht, deren Protoplasmafäserchen aber von Fasern eines sensibeln Nerven nicht abweichen, aber auch nicht unterschieden werden können. Wenn man die Faserzüge sensibler Bahnen, des Vagus, Glossopharyngeus, Trigeminus z. B. so sehr weit nach innen und oben bis zur Gegend der Seitenstränge etc. weiter laufen sieht, so wird man gegen die Möglichkeit nichts einwenden können, dass sie auch in einer grossen motorischen Zelle entweder eines Nervenkerns oder eines centripetalen Stranges ihr Ende finden und auch beiden ihre Reflexerregung mittheilen

könnten. Ich wiederhole, dass ich die Entscheidung solcher Fragen im concreten Falle einstweilen für anatomisch unmöglich halte, dass aber die Wahrscheinlichkeit nur diese Theorie einer Reflexübertragung für anatomisch möglich hinstellen kann. Und man muss an solcher Theorie festhalten, seitdem sich die desfallsigen Ansichten Schroeder van der Kolk's als Angaben herausgestellt haben, die nicht nur der anatomischen Basis, sondern auch der anatomischen Wahrscheinlichkeit, in einzelnen Fällen sogar ganz bestimmt der anatomischen Wahrheit entbehren.

Im Vorhergehenden wurden die Entwickelungen der grauen Substanz besprochen, welche durch die Zerspaltung der grauen Masse der Vorderhörner und der Regio media hervorgegangen sind. Weitere Wucherungen gehen nun gerade von dieser Regio media aus, welche sich in entgegengesetzter Richtung hinziehen. Dieselben haben im Anfange die Eigenthümlichkeit einer mehr umschriebenen Anordnung, so dass man an zwei Stellen Wucherungen nach unten sich erstrecken sieht, welche, wie oben angeführt, als Ganglia postpyramidalia und als Ganglia restiformia bezeichnet worden sind. Es würde indess unrichtig sein, wenn man sich diese Bildungen zu circumscript und von den benachbarten Massen getrennt dächte. Allerdings reichen die Massen des ersten Kernes in ihren unteren Partien weiter nach vorn, erscheinen also auf fortlaufenden Durchschnitten früher als man den Zusammenhang mit der oben stehenden grauen Masse erkennen kann. Doch erkennt man diesen in allen Theilen sicher, überzeugt sich überdies, dass auch die unteren Peripherien der benachbarten Regionen bis zum eigentlichen Hinterhorn selbst in solcher Zerspaltung mit begriffen sind, und mit ihren peripherischen Wucherungen weit in die weisse Masse hineinragen. Auch unter einander sieht man diese benachbarten Ganglien zusammenhängen, und jedenfalls hört jede Trennung auf, so wie weiter oben die Goll'schen resp. zarten Stränge mit den funiculi cuneati verschmelzen. In den genannten Wucherungen nun sieht man in den am tiefsten reichenden Stellen nur ein gewöhnliches lockeres Bindegewebe. Dann aber erscheinen Ganglienzellen, in deren Form ich keine bestimmte Regel entdecken konnte, meist kleinerer Art, doch von den sogenannten sensibeln unterschieden. Einen Unterschied von dem obigen Zellenschema finde ich nicht, erkenne vielmehr den Axenfortsatz mit Sicherheit, die mit kleinen Fasern besetzten Protoplasmafortsätze nicht so unzweifelhaft. Schon anfangs sieht man die letzten Ausläufer dieser Ganglienmassen unter einander und mit denen des Hinterhorns zusammenhängen und so auch hier den Anfang eines Balkengerüstes

darstellen, welches später eine fester ausgesprochene Gestaltung annimmt. Schon oben hob ich die Bedeutung dieser Ganglienmassen zu den Hintersträngen hervor, und wurde zu einer Theorie geführt, welche mir unabweisbar scheint. Darnach treten aus den Hintersträngen die Faserbahnen in diese ein, münden höchst wahrscheinlich in die Zellen, um sich dann in aufsteigenden Faserzügen wieder zu sammeln und die Gegend als sogenannte circuläre Fasern zu verlassen. Auf jeden Fall wird so diese graue Masse wieder der Sitz eines Balkengerüstes grauer Substanz, aus dessen Maschen sich anfangs die veränderten Hinterstränge erheben und nach verschiedenen Richtungen weiterziehen, auch wohl lange Zeit in derselben Richtung longitudinal weiter verlaufen.

Das Bild dieser grauen Massen, mit deren Entwickelung der Schwund der Hinterstränge in gleichem Verhältnisse steht, ist, wie es beim Menschen besonders deutlich ist, anfangs das einer von Fasern kreuz und quer durchsetzten Masse, aus der Faserzüge nach oben als Pyramiden in circulären Fasern sich erheben, während andere von unten her schräg hereintreten.

Wenn dieses anfängliche Durcheinander sich etwas beruhigt hat, so entsteht dann auch hier das Bild eines Balkengerüstes, in welchem allerdings die graue Substanz bei weitem überwiegt und Maschen longitudinaler Fasern in sich schliesst. Anfangs sind diese Faserbündel natürlich nichts weiter wie die veränderten Hinterstränge, welche von hier aus weiter ziehen. Dieses Bild einer durchbrochenen Gegend hält sich nun hier immer bis zu der Gegend des Crus cerebelli d. h. bis zum Nervus acusticus, wo es sein Ende erreicht und wo die Fasern der Hinterstränge sich immer mehr verlieren.

Die longitudinalen Faserzüge nun, welche sich in der Fortsetzung der Hinterstränge hier schon früh anzusammeln beginnen und welche auch nach Entfernung der Hinterstränge das Bild eines Maschenwerkes fortführen, sind nichts weiter als die eingetretenen sensibeln Faserzüge des Vagus, Glossopharyngeus und zuletzt des Acusticus, welche als Stämme in diese Maschen sich einsenken und sich an anderen Orten wieder als Stämme erheben, und zu der benachbarten grauen Substanz herangehen. Dieses Verhältniss soll hier nur berührt sein, um den unmittelbaren Uebergang zweier Systeme in einander zu begründen, welche eine innere Beziehung zu einander nicht besitzen. Die nähere Auseinandersetzung folgt bei Besprechung der betreffenden Nervenbahnen. Demnächst folgt dann auch die Erörterung derselben Fasermassen, welche von hier aus wirklich in das kleine Gehirn eintreten und die mit den eben genannten nichts gemein haben.

So haben wir denn hier ein Verhältniss wieder, wo der grobe Anschein einer Bildung kaum eine Veränderung erfährt, während die inneren zusammensetzenden Theile vollkommen andere geworden sind. Dasselbe kann man denn auch von der grauen Masse sagen.

(Lücke?)

Ich komme endlich zu solchen grauen Massen, welche an die nächste Umgebung der inneren Oberfläche des Centralcanals gebunden sind, und die man als Fortsetzungen der Substantia gelatinosa centralis auffassen darf.

Wenn man im Verlauf des Rückenmarkes von einer sogenannten Substantia gelatinosa centralis spricht, so denkt man sich darunter fast nur die bindegewebige Stützmasse, welche den Centralcanal kranzartig umgibt, welche beiderseits in die Pia-mater-Fortsätze verfolgt werden kann und welche das Epithel des Centralcanals trägt. Indess schon hier musste man die Bemerkung machen, dass bis in diese inneren Theile hinein nervöse Elemente reichen, und dass in ihnen kleinere Zellen die Oberhand haben, welche mehrfach mit bindegewebigen Theilen verwechselt worden sein mögen, bei denen aber abgesehen von ihrer Kleinheit ein charakteristischer Unterschied von anderen Nervenzellen nicht aufzufinden gewesen ist. Denkt man sich nun das Rückenmark in die Medulla oblongata übergehend, alle mehr peripherischen Theile mächtig entwickelt und zu grossen Balkengerüsten ausgedehnt, den Canal geöffnet, so muss sich die Masse der Substantia gelatinosa centralis längs des Bodens des geöffneten Canals ausbreiten, welche wesentlich der Träger des Bindegewebes und Epithels ist, aber in die benachbarte Gangliensubstanz sich verliert.

Es ist Thatsache, dass abgesehen von den Massen, welche direct durch Zerklüftung der Hörner entstanden sind, abgesehen von denen, welche den Ganglia postpyramidalia entsprechen etc., mehr oder weniger entwickelt eine innere Masse übrig bleibt, welche den Canal und dessen Fortsetzungen direct umgibt. Eine solche Masse darf man sich ganz ununterbrochen von dem Rückenmarkscanal aus fortgesetzt denken durch den Boden des vierten Ventrikels bis zum Aquaeductus Sylvii, in den dritten Ventrikel und von diesem aus nach oben resp. unten in die graue Masse des Tuber cinereum und des Infundibulum. Am stärksten entwickelt, am meisten charakteristisch unterschieden ist solche

Masse um den Aquaeductus Sylvii. Doch auch schon früher unterhalb des Pons hat sie eine charakteristische Gestalt und Ausbildung. Die Structur weist allen diesen Abschnitten eine gewisse Gleichförmigkeit zu, die mir noch nicht in allen Punkten klar geworden ist und wo ich bisher die für das blosse Auge scharfe Differenzirung in der Organisation nicht genau habe bestätigt finden können. Im frischen Zustande ist es ein eigenthümlich grau gallertiges Aussehen, welches alle diese Theile bezeichnet und von benachbarten grauen und grauweissen Theilen unterscheidet. Als Typus eines solchen Aussehens kann man den sogenannten Vaguskern resp. Accessoriuskern betrachten. Was die Erklärung solcher Massen schwierig macht ist die Thatsache, dass sie alle trotz der scharfen Abgrenzung gegen benachbarte balkenförmige Massen wie diese faserige und zellige Nervenelemente enthalten, an manchen Stellen in so grosser Zahl und so entwickelt, dass man für sie eine bedeutende Rolle in der ganzen inneren Anordnung der Centralorgane anzunehmen genöthigt ist.

Das Charakteristische einer derartigen Sonderung muss zunächst in einer bestimmten Anordnung des Bindegewebes liegen, über welche ich bestimmte Angaben einstweilen nicht zu machen im Stande bin. Es kommen hier Stellen vor, wo auch für grössere Zellen mit mehr entwickeltem Protoplasma die Frage nach einer etwaigen bindegewebigen Structur aufgeworfen werden kann. Dann scheint erforderlich das Fehlen von breiten dunkelrandigen Nervenfasern und vielleicht eine gewisse Regelmässigkeit der in Menge darin enthaltenen feinsten Nervenfasern. Werden Massen der Art zerzupft, so isolirt man daraus meist ziemlich schwer Zellen von spindelförmiger Gestalt mit sehr schwer unversehrt zu erhaltenden Protoplasmafortsätzen, einem ebenso schwer conservirbaren aber oft genug völlig deutlichen Axenfortsatz, an dem die dunkelrandige Umgebung selten, dann aber evident beobachtet werden kann. Der Bau der Form der Zellen macht sie den sensibeln am ähnlichsten. Der Grund der leichten Zerstörbarkeit ist mir nicht vollständig deutlich geworden. Lösungen von Chromsäure müssen $^1/_{10}$ Gr. stark sein, auch Kali bichromicum reicht oft aus, aber die Untersuchung muss dann in den ersten Tagen vorgenommen werden. Ausser solchen Zellen sind aber an gewissen Stellen auch motorische Zellen grösster Form sogar zuweilen von ausgezeichneter Gestalt in den Massen wahrzunehmen, die jedenfalls mit einer Nervenendigung zusammenhängen könnten, über deren morphologische Bedeutung aber mir noch nichts Wesentliches bekannt geworden ist. So kann man sagen, dass der sogenannte Accessoriuskern recht eigentlich inmitten dieser Substantia

gelatinosa gelegen ist. Ebenso ist der Ursprung des Trochlearis zum Theil in diese Masse hereingerückt, und eine Stelle, welche wohl mit diesem Nerven zusammenhängen wird und beim Menschen durch eine intensiv schwarze Färbung der Ganglienzellen ausgezeichnet ist. Ausser den genannten Zellen isolirt man an frischen und macerirten Stücken mit Leichtigkeit schmale Nervenfasern in grosser Zahl, nicht bestimmt bündelweise geordnet, von denen man an gewissen Stellen erkennt, dass sie in den Septis, durch welche solche Masse nach Aussen an das Balkenwerk heranstösst, ausstrahlen.

Im Uebrigen ist die constituirende Masse solcher Partien ein ziemlich gleichmässiges Bindegewebe, welches nur nach aussen resp. innen, dem Epithel zunächst etwas entschiedener faserig angeordnet erscheint. So besonders auch in der Raphe, welche im ersten Anfang die beiden benachbarten Kerne des Hypoglossus und Accessorius verbindet, eine Stelle, in der bei Imbibitionspräparaten auch grössere Bindegewebszellen gesehen werden, die mit voller Sicherheit zu isoliren mir noch nicht gelungen ist.

Imbibitionspräparate dieser Art machen meist den Eindruck sehr gleichmässig tingirter Stellen, die Zellen heben sich schlechter von der Umgebung ab, wie man wünschen muss, bleiben blasser roth, so dass dann eine an manchen Stellen sehr eigenthümliche, mir nicht ganz erklärbare blassrothe gleichmässige Färbung entsteht. So ganz besonders an der Stelle des Tuber cinereum resp. Infundibulum zwischen den beiden Pedunculi cerebri, deren eigenthümliche Tinction, von allen benachbarten Theilen unterschieden, Jedem auffallen muss. Indess hat an allen Stellen diese mehr gleichmässig blassrothe Färbung etwas Charakteristisches, dem sich selbst der Vaguskern, der inmitten solcher Massen liegt, nicht vollkommen entziehen kann.

Ehe ich nun die Ausbildung der genannten Massen an den verschiedenen Stellen ins Auge fasse, wird die Frage zu erörtern sein, ob sich auch nur annähernd die Bedeutung der genannten Formationen bestimmen lasse, ob dieselben als Nervenendigungen im eigentlichen Sinne aufzufassen seien oder nicht. Ich verstehe hier natürlich unter Nervenendigung den Uebergang einer directen Wurzelfaser in eine Zelle oder Zellengruppe, nicht aber die weiteren späteren Verbindungen in den centripetalen Fasersystemen. Die Nerven, an welche hier im Allgemeinen zu denken ist, sind ganz insbesondere der Acusticus und höher oben der Opticus, auch wohl die sensibeln Bahnen des Vagus und Glossopharyngeus. Alle diese Nerven, die letzteren und der Acusticus sicher, durchziehen diese graue Masse und steigen am anderen

Ende wieder daraus hervor, um hoch oben ihr Ende zu finden. Aber wer wollte läugnen, dass auch Fasern in der Masse bleiben können und dort ihr Ende finden. Diese Möglichkeit muss beim Vagus und Glossopharyngeus sicher zugegeben werden. Wenn nun auf solche Weise die Betheiligung dieser grauen Masse an der Nervenendigung nicht bestimmt geläugnet werden kann, so ist andererseits bestimmt zu beobachten, dass bei den oben genannten Nerven immer nur ein kleiner Theil durch diese Masse hindurchzieht, z. B. beim Acusticus, und aus diesem Theile sieht man jenseits der grauen Masse sich wieder eine ansehnliche Portion erheben, so dass für die Nervenendigung jedenfalls nur eine sehr kleine Partie übrig bleibt. Die massenhafte Entwickelung der grauen Substanz um den Trochleariusursprung schon unter dem Pons, mehr noch um den weiteren Anfang des Aquaeductus Sylvii, aus der nach allen Seiten Bündel feinster Nervenfasern herausziehen, macht aber eine weitere Bedeutung derselben absolut nothwendig. Hier kann man wohl sagen, ist eine Beziehung zum Trochlearis und zum Oculomotorius, den einzigen Nerven, welche in der Nähe liegen, schon der Natur der grössten Mehrzahl der Zellen nach unmöglich. Höher oben kann man wohl an eine Beziehung zum Opticus denken, die mir auch wahrscheinlich scheint, aber ebenso wenig wie die Beziehungen der genannten anderen Nerven die ganze Bedeutung würde erklären können. Die bisherigen Autoren haben über diese Verhältnisse sehr wenig Angaben; auch Gerlach beschränkt sich in seiner Abhandlung über den Aquaeductus Sylvii nur auf die unmittelbarste Auskleidung der freien Fläche und seiner Flimmerzellen mit deren Fortsetzungen nach innen, die er mit vollem Rechte als nicht nervös auffasst. Damit ist aber nur der allergeringste Theil dieser Masse erklärt.

Ich bin also der Ansicht, dass die in Rede stehende graue Masse eine wichtige Rolle in dem nervösen Schema spielt, dass aber ihre Zellen nur zu einem kleinen Theile die Bedeutung einer ersten Nervenendigung haben können, zum grösseren Theile in die höheren centripetalen Leitungsbahnen eingreifen. Verfolgt man nun die Entwickelung der grauen Höhlenbedeckung ganz successive vom Anfang des veränderten Rückenmarks an, so erhält man folgende Resultate:

(Grosse Lücke.)

IX.

DIE PYRAMIDEN.

Der Name der Pyramiden und des Corpus olivare wird von den Schriftstellern nicht ganz übereinstimmend gebraucht. Wenn die gröbere Anatomie diesen Namen den beiden mittleren Hervorragungen gibt, welche, von dem Anfang der Medulla an gerechnet, zu beiden Seiten der Mittellinie als rundlich erhobene Stränge bis zum Pons verlaufen, so wird damit weder in der Längsrichtung noch in der Querrichtung eine bestimmtere Abgrenzung eingeschlossen und eine Erkenntniss der für diese Gegend wirklich charakteristischen Veränderungen nicht ausgesprochen. Schon die gröbere Anatomie war ferner im Stande, die genannten Hervorragungen mit gekreuzten Bündeln in Verbindung zu bringen, welche gerade im Anfang der Medulla oblongata, aus der Incisura anterior hervortretend, in diese Hervorragungen übergingen. Mit dieser Erkenntniss war ein weiterer Schritt zur richtigen Auffassung gegeben und die nächste Frage schien die, aus welchen Massen entstehen solche Kreuzungsfasern oder Bündel. Die verschiedenen Antworten, welche darauf erfolgten, ergaben eine verschiedene Auffassung des Wesens der Pyramiden oder dessen, was man Pyramiden nennen soll; eine richtige Antwort würde, das lag schon in der damaligen Auffassung, für die Hauptverhältnisse eine Erklärung in sich geschlossen haben. Damit war indess noch nicht Alles gegeben. Das vollständige Verständniss verlangte eine Erkenntniss derjenigen Theile, welche im

hinteren Verlauf des Rückenmarkes der Lage der Pyramiden entsprechen, welche von diesen also entweder aus ihrer Lage verdrängt oder vollständig bedeckt werden mussten. Alle diese Verhältnisse haben bisher nur sehr theilweise eine Berücksichtigung erfahren, und so darf man sagen, dass ein vollständiges Verständniss der Veränderungen des Rückenmarkes, welche zur Bildung der Pyramiden führen, noch nicht gegeben und noch viel weniger eine Verfolgung derselben auf ihrer langen Bahn oder gar eine physiologische Erklärung möglich geworden ist. Die Pyramiden sind natürlich physiologischen Experimenten bisher kaum zugänglich gewesen und man kann sagen glücklicherweise ihnen auch nicht unterworfen worden. Es muss hier zunächst nicht nur eine scharfe Trennung aller in Frage kommenden Theile, sondern auch eine genaue Bestimmung des Verhaltens bei verschiedenen Thieren vorhergehen, ehe etwa Experimente einem bestimmt bekannten und scharf unterschiedenen Theile würden zugewendet werden können.

Wenn ich zunächst einige bisherige Angaben anführe, so gehe ich also davon aus, dass die gröbere Anatomie, wenn sie auch in der mit blossem Auge erkennbaren Decussatio pyramidum die hintere Grenze der Pyramiden annimmt, sie doch nach unten (resp. oben) keine Grenze anzunehmen veranlasst ist. So ist es denn gekommen, dass man diesen oberen Hervorwölbungen zwei entsprechende untere parallel stellt, welche am Boden der Rautengrube gelegen sind, der Mittellinie parallel sich erheben, und bis unter den Pons hin in verschiedener Weise verfolgt werden können, wo sie dann verschiedene Beschaffenheit zeigen und als untere Pyramiden oder funiculi teretes bezeichnet werden. Wie schon oben auseinandergesetzt, betrifft dieser Name keinen bestimmten Begriff, indem es ganz verschiedene Dinge sind, welche in dem Verlauf der Rautengrube solche mittlere Hervorragungen erzeugen. Auf jeden Fall hat er mit dem, was man obere Pyramiden nennt, nicht das allergeringste gemein.

Dieses Verhältniss muss von den meisten Autoren in dieser Weise aufgefasst sein, denn die weiteren Bearbeiter beziehen sich in allen wesentlichen Verhältnissen mit vollem Recht immer nur auf die von der gröberen Anatomie als obere Pyramiden bezeichneten Körper.

Was diese letzten nun angeht, so hat wie fast überall so auch hier Stilling die erste ausführliche Bearbeitung gegeben. Stilling ging von der Ansicht aus, dass sämmtliche Stränge des Rückenmarkes unverändert zum grossen Gehirn aufsteigen. Beim Uebergang in das Rückenmark erschien ihm plötzlich ein kreuzendes Bündel aus der Mittellinie zwischen beide Vorderstränge herantretend. Es gelang

ihm nicht, das genannte Bündel, die Pyramiden, weiter wie bis auf den Boden der Incisur zu verfolgen, und so sah er denn in ihnen völlig neu entstehende oder endende Bündel, die den aufsteigenden Strängen durchaus fremd von hieraus zum grossen Gehirn hin durch den Pons zu verfolgen wären. Das Durchschnittsbild eines solchen Bündels, welches die Incisur an bestimmten Stellen verschiebt, eine scheinbare Asymmetrie mit sich bringt, ist ein kegelförmiger Wulst, welcher aus dieser Incisur in die Höhe steigt, sein Processus mastoideus. Annahmen der Art, von denen Stilling vermuthlich später selbst zurückgekommen sein wird, brauchen gegenwärtig nicht widerlegt zu werden, sie sind auch von allen späteren Autoren mehr oder weniger und mit Recht ignorirt worden.

So verstand es sich denn später von selbst, dass man sich die Pyramiden, indem man sich in ihnen einfache Bündel längsverlaufender Nervenfasern dachte, als Massen vorstellte, welche aus der Kreuzung und Ortsveränderung bestimmter an dieser Stelle ankommender Stränge des Rückenmarkes hervorgegangen seien. Damit war der Anfang des Verständnisses gegeben, und es kam darauf an, die Decussation der Bündel der sogenannten Pyramidenkreuzung weiter nach innen in den einen oder anderen Strang des Rückenmarkes zu verfolgen. Je nachdem dieser Versuch mehr oder weniger glückte, erhielt man denn als Resultate entweder die Bildung der Pyramiden durch Kreuzung der Vorder- oder durch Kreuzung der Seitenstränge. Damit war denn allerdings der Weg zur richtigen Erkenntniss gegeben, man hatte nur die eine Frage nicht erörtert, wie es zugehe, dass die Stränge, aus deren Ortsveränderung man die Pyramiden hervorgehen liess, trotz und nach der Bildung dieser letzteren an Masse durchaus nicht abgenommen, eher zugenommen hatten.

In der angegebenen Weise sagt denn Schroeder van der Kolk, dass die vorderen Markstränge nach erfolgter Kreuzung in die Pyramidenkörper übergehen, wobei indess zuzugeben ist, dass die Menge der Fasern in den Pyramiden zumal höher oben in der Breite bedeutend zunimmt. Darauf gaben denn Kölliker und Lenhossek die Seitenstränge als diejenigen Massen an, aus denen sich die Pyramiden entwickeln sollten, wobei es nicht deutlich wird, besonders bei Lenhossek, ob man sich die ganzen Seitenstränge an dieser Lageveränderung betheiligt zu denken habe.

So weit die gegenwärtigen Ansichten, denen noch beizufügen wäre, dass Stilling im Innern der fertigen Pyramiden besonders geformte graue Massen annimmt, welche nicht geläugnet werden sollen,

welche aber nichts Weiteres darstellen, wie etwas stärker entwickelte bindegewebige Septa, wie sie allenthalben die weissen Nervenstränge durchsetzen und noch jüngst von Kölliker in den Strängen des Rückenmarkes vollkommen richtig beschrieben worden sind. Es ist daher unnütz, und führt nur zu Missverständnissen, wenn man derartige irrelevante Massen mit Stilling als grosse und kleine Pyramidenkerne bezeichnen wollte.

Meine eigenen Mittheilungen, wenn sie sich auch der letztgenannten Ansicht Kölliker's am nächsten anschliessen, weichen im Einzelnen wie in der ganzen Auffassung doch erheblich ab. Sie gehen zunächst davon aus, dass die bisherigen Anschauungen a priori unmöglich als vollständig erschöpfend anerkannt werden können aus den Gründen, die ich vorhin anführte, und die in den Massenverhältnissen beider Theile beruhen; sie führen den Beweis durch die sehr interessanten Vergleichungen, welche zunächst im Allgemeinen bei verschiedenen Thieren, dann aber auch mit Rücksicht auf die Beziehungen benachbarter Partien der Medulla oblongata angestellt wurden. Diese Verhältnisse, welche ich gleich näher erörtern will, lassen es als unmöglich erkennen, dass im Allgemeinen eine directe Ortsveränderung der Seiten- oder Hinter- oder Vorderstränge die Bildung der Pyramiden vermitteln könne. Weitere Thatsachen, welche dasselbe beweisen, liegen in den näheren Texturverhältnissen, sowie auch in dem oft citirten Satz, von dem ich noch kaum eine Ausnahme kennen gelernt habe, dass nirgend in den Centralorganen massenhafte Faserbündel über grosse Strecken hin ihren Ort verändern, ohne vorher in einer Anhäufung von Zellen einen Knotenpunkt resp. provisorischen Endpunkt gefunden zu haben.

Es ergibt sich aus meinen Beobachtungen, dass die Pyramidenbildung etwas durchaus in sich Abgeschlossenes, ein bestimmter charakteristischer Begriff ist, und zwar einfacher und in seinem letzten Verhältniss leichter zu verstehen, wie kaum ein anderer Theil der ganzen complicirten Nervenbahnen. Nachdem ich vorhin auseinandergesetzt, wie die Vorderstränge des Markes, durch die Hinterstränge verstärkt, sich längs der ganzen Mittellinie unverändert fortsetzen, ergibt sich, dass die vollendeten Pyramiden etwas nach unten vollständig Abgegrenztes sind, und solcher Gesichtspunkt wird noch deutlicher, wenn man sieht, wie schon früh durch die Oliven, noch deutlicher später, besonders bei Thieren, durch das Corpus trapezoides und noch weiter durch die Fasermassen des Pons eine fast vollständige Isolirung gerade dieses Faserstranges vermittelt wird, die natürlich nicht ausschliesst, dass derselbe nicht ununterbrochene weitere Zufuhr erhält. Nur diese Massen,

die also nach ihrer Entstehung unmittelbar zu beiden Seiten der Mittellinie fortlaufen, nach Aussen begrenzt vom Nervus hypoglossus, nicht aber auch die unter ihm gelegenen, von ihm aber vollständig separirten Vorderstränge etc. sollten den Namen der Pyramiden behalten, der dann einen bestimmten Begriff, der im Weiteren klar wird, nicht aber eine ganz vage topographische Bestimmung einer Gegend in sich schliessen würde.

Um ein vollständig verständliches Bild der Pyramiden zu bekommen, ist eine ganz penible successive Untersuchung der betreffenden ersten Gegenden erforderlich, und ist es vor Allem erforderlich, die Untersuchung nicht auf den Menschen zu beschränken. Trotz der geringen Entwickelung, welche die Pyramiden beim Kalbe zeigen, kann ich doch ganz besonders die Untersuchung der Medulla oblongata dieses Thieres, nebenbei aber dann die stark entwickelte des Hundes und der Katze, auch wohl des Kaninchens empfehlen. Der Katze wäre vor allen der Vorzug zu geben. Dann würde natürlich der Mensch zu wählen sein. Ich glaube, man wird auf solchem Wege die Ueberzeugung gewinnen, dass es sich beim Menschen nicht um andere Principien handelt, und dass nach dem einen Grundplan alle die unregelmässigen Bilder zu erklären sind, mit welchen das menschliche Mark den Untersucher oft genug zur Verzweiflung bringen kann.

Die ganze Pyramidenbildung kommt, das kann man an die Spitze stellen, einzig und allein durch die Faserzüge zu Stande, welche anfangs durch die vordere Incisur, später durch die Raphe wahrscheinlich alle in gekreuzter Richtung aufsteigen, und sich, in den Pyramiden angekommen, in longitudinale Bahnen umwandeln, um dann unverändert in geradester Richtung, so gerade wie sonst Faserbahnen in dem Mark gar nicht mehr vorkommen, unter dem Pons durch die Pedunculi cerebri zum grossen Gehirn zu gehen. Es werden also diese Bahnen ins Einzelne zu verfolgen sein. Für den ersten Anfang hat das seine Schwierigkeiten. Der erste Beginn der Pyramidenkreuzung fällt so genau mit der sogenannten Kreuzung der Vorderstränge zusammen, mit der vorderen weissen Commissur, dass es hier nur einen Weg gibt, die beiden zu sondern, der bisher ganz ignorirt ist, der aber die aller bedeutungsvollsten Aufschlüsse gibt, nämlich den der Berücksichtigung der Breite der constituirenden Nervenfasern. Die Möglichkeit einer Täuschung bei solcher Untersuchung liegt besonders darin begründet, dass die Fasern wenigstens anfangs alle auch von vorn nach hinten schräg verlaufen, während sie erst später in der Raphe gerade von unten nach oben und nur der Kreuzung wegen schräg von rechts nach links ziehen.

Verfolgt man nun diese Faserzüge, so sieht man, dass dieselben nach aussen bis zur Substantia reticularis hinziehen, diese also als ihr Hauptausgang zu betrachten ist, und überzeugt sich auf den ersten Blick, dass die äusseren Partien der weissen Seitensubstanz an dieser Bildung ganz unbetheiligt bleiben. Schon beim Menschen ist das deutlich und die Abbildungen, auch die Beschreibungen der Autoren zeigen nie etwas anderes. Doch ist gerade hier die Masse der Kreuzungsfasern eine so enorme und meist unregelmässig gestellt, dass die übrigen Partien aus der Lage gedrängt werden und man schwer über den wahren Sachverhalt ein Urtheil gewinnt.

Bei Thieren sieht man, wenn sie stark entwickelte Pyramiden besitzen grosse weisse Stränge bis in die Regio reticularis, aber nicht über sie hinaus, bald gerade nach aussen, bald etwas auch nach unten gerichtet; schwieriger zu erkennen ist dies bei Thieren mit schwach entwickelten Pyramiden, bei denen die Regio reticularis immer nur schwache Züge der sich nach innen wendenden Massen erkennen lässt.

Daraus würde sich dann unter Berücksichtigung der früheren Angaben das Resultat ergeben, dass nur ein Theil der Seitenstränge sich nach innen wendet, die Incisura anterior durchsetzt, nach oben geht und als vollendete Pyramide weiter zieht. So findet man die nackte Angabe bei Kölliker und bei Clarke, und die etwas complicirtere Beschreibung Lenhossek's kommt auf nichts Weiteres heraus. Nach den oben angeführten rein aprioristischen Annahmen kann die Sache nicht so einfach sein, und sie stellt sich dann auch anders heraus, wenn man die hier in Betracht kommenden und veränderten Theile und Stränge etwas genauer ins Auge fasst.

Also zunächst der Satz, von dem ich ausgehe und den ich oben bewiesen zu haben glaube: die Faserstränge der Regio reticularis sind nicht mehr die unveränderten Seitenstränge, ebenso wenig wie die circulär herauftretenden Stränge die unveränderten Hinterstränge. Die Pyramiden entwickeln sich also aus veränderten Faserzügen, zu denen Seitenstränge und, wie ich gleich hinzufügen will, auch Hinterstränge das Material abgeben. Der directe Augenschein lehrt, dass die Pyramiden, ganz abgesehen von der genauen Verlaufsweise, Fasern beziehen aus der formatio reticularis und aus den aufsteigenden Zügen, welche aus den Hintersträngen wieder in die grauen Massen eingetreten sind. Um dies zu beweisen, ist zunächst zu zeigen, dass die Pyramidenfasern wirklich den Fasern genannter Gegend entsprechen; und dies gelingt, wenn man die Natur der Pyramidenfasern ins Auge fasst und sie

dann denen der formatio reticularis übereinstimmend findet. Es ist dies eine ausserordentlich passende Stelle, um den Werth der Beurtheilung verschiedener Fasermassen auf einen Blick ins klarste Licht zu setzen.

Bei der Kleinheit der Pyramiden des Rindes empfehle ich für die Untersuchung dieser Faserverhältnisse die Medulla der Katze insbesondere, an welcher nur einigermaassen gelungene Imbibitionspräparate die ganzen Verhältnisse sogleich zeigen. Auf den Unterschied in der Breite der longitudinalen Fasern der Regio reticularis von denen aller benachbarten Gegenden, besonders aber der eigentlichen Seiten- und Vorderstränge, der so bedeutend ist, dass er besonders bei Thieren sogleich in die Augen fällt, ebenso auf den der aufsteigenden Hinterstränge habe ich schon aufmerksam gemacht, und es ergab sich die Wahrscheinlichkeit, dass die ganze Regio reticularis durch Umwandlung resp. Endigung und entsprechende Faservermehrung der Seiten- resp. Hinterstränge entstanden sei. Untersucht man nun die Pyramidenfasern, sowohl während ihres Entstehens, d. h. während sie die graue Masse durchsetzen, als während ihres weiteren Verlaufes als fertige Pyramiden, so findet man, dass sie diesen Faserzügen der formatio reticularis durchaus entsprechen, dass sie Fasern des schmalsten Kalibers in allen Theilen erkennen lassen. Die Entgegnung liegt nahe, dass es sich dennoch um Fasern irgend eines unveränderten Stranges handle, dessen Fasern allmälig ihren Durchmesser wesentlich verändert hätten. Ueber eine solche Aenderung sagt die Beobachtung absolut nichts, im Gegentheil unter den quer verlaufenden Faserzügen, die nach den Pyramiden hinziehen, kommen von Anfang an nur solche vor, die den Pyramidenfasern entsprechen. Die Beobachtung ist hier leicht, weil inmitten dieser Fasern und inmitten der formatio reticularis die Fasern des Accessorius hindurchziehen, welche breitestes Kaliber besitzen und daher das leichteste Material für die vergleichende Schätzung abgeben können. Ebenso verhält es sich mit der sogenannten Kreuzung der Vorderstränge, später mit der Kreuzung des Hypoglossus, wo auch die Pyramidenfasern sich von solchen auf den ersten Blick trennen und unterscheiden lassen.

Somit bleibe ich bei dem Satze stehen: die Fasern der Pyramiden, welche zunächst deren Bildung bewirken, sind solche, die in ihren Charakteren denjenigen der formatio reticularis, nicht aber denen der unveränderten Seiten- und Vorderstränge entsprechen. Die Pyramiden sind also, kurz ausgedrückt, weder eine Kreuzung der Vorderstränge, noch eine solche der Seitenstränge, sie sind überhaupt keine direct gekreuzte oder ungekreuzte Fortsetzung eines ganzen Rückenmarksstranges, sondern

sie beziehen ihre Fasern aus der Regio reticularis. Diese besteht aber trotz der Entwickelung der Pyramiden weiter fort, und nimmt eher noch an Masse zu. Es müssen daher die Verhältnisse noch complicirter sein, als aus diesem ersten Satze unmittelbar hervorgeht. Um dafür Anhaltspunkte zu gewinnen, müssen einige vergleichende Gesichtspunkte aufgesucht und muss insbesondere das Verhältniss der formatio reticularis scharf fixirt sein. Gehen wir indess weiter. Nach den obigen Auseinandersetzungen ist die formatio reticularis keine so bestimmt auf die Seitenstränge beschränkte Bildung, es fliessen vielmehr, besonders später, die Theile mit den Balkengerüsten der Hinterstränge mehr oder weniger vollkommen zusammen, und die aus den Hintersträngen sich schräg erhebenden Fasern müssen auch diese Gegend durchsetzen und hier das Bild durchschnittener Faserbündel geben. Es müssen also weitere Gesichtspunkte hinzukommen, wenn die Entstehung und die Ausgangspunkte aller Fasern, die die Pyramiden zusammensetzen, bekannt werden sollen. Dazu führen folgende Ergebnisse:

1. Die Bildung der formatio reticularis kann ganz unabhängig von der Veränderung der Hinterstränge vor sich gehen. Man vergleiche das Kalb, wo die erste Bildung schon weit vorgeschritten sein kann, ehe noch Spuren vom Ganglion restiforme und Ganglion postpyramidale sichtbar werden.

2. Die Bildung der formatio reticularis braucht auch nicht durchaus mit der Entwickelung der Pyramiden gleichen Schritt zu halten. Ich verweise wieder auf das Rind, welches sich durch eine besonders schön und charakteristisch entwickelte Regio reticularis auszeichnet, aber verhältnissmässig die kleinsten Pyramiden besitzt.

3. Die Entwickelung und Ausbildung der Pyramiden steht daher nach Allem, was ich finde, in einem geraden Verhältniss zur Entwickelung der Ganglia restiformia und postpyramidalia resp. zu ihrer schnellen Entwickelung. Bei der Katze und dem Hunde sind diese Theile bald nachdem man auf fortlaufenden Schnitten ihre ersten Anfänge gewahrt, zu vollkommener Ausbildung gelangt, und im selben Verhältniss sieht man denn auch die Pyramidenkreuzung sogleich massenhaft eintreten und jede Verwechselung mit der Kreuzung der Vorderstränge, die beim Kalbe immer möglich bleibt, ausschliessen. So ist es auch beim Menschen. Allerdings ist auch hier die Entwickelung der formatio reticularis schon vor dem Auftreten der genannten Ganglien wenigstens in den Anfängen vollendet, aber nachdem man einmal die ersten Spuren dieser Ganglien gewahrt, sieht man die formatio reticularis sehr schnell eine sehr massenhafte Entwickelung annehmen, beim Menschen sogar

in dem funiculus gracilis zu der sogenannten Keule anschwellen. Dem entspricht dann auch erst die vollste Ausbildung der Pyramiden resp. auch die schnelle Abnahme der Hinterstränge.

4. Wie man besonders deutlich beim Kalbe aber auch bei solchen Thieren erkennt, die eine massenhafte Entwickelung der Pyramiden besitzen, nimmt die Masse der formatio reticularis bei einer solchen nicht sichtbar ab, im Gegentheil eher zu. Gerade bei den erstgenannten Thieren ist natürlich hier die Schätzung schwer. Aber jedenfalls ist klar, dass von einem vollständigen Uebergang der formatio reticularis in die Pyramiden nicht die Rede sein kann.

Die genannten Thatsachen scheinen mir zunächst auf eine grössere Betheiligung der Hinterstränge zu deuten, als gewöhnlich angenommen wird. Dem widerspricht natürlich nicht, dass man nur vereinzelte Faserbahnen von der Mittellinie der Raphe ihre Richtung direct gegen die Hinterstränge nehmen sieht, die ja bisher kaum angegeben sind, aber doch unzweifelhaft vorkommen. Aus dem Grunde liegt darin kein Widerspruch, weil die herauftretenden Hinterstränge jedenfalls zum grössten Theil ihren Weg durch die formatio reticularis nehmen, in dieser erscheinen müssen, also auch ie aus der formatio reticularis heraus und hinzutretenden Faserzüge den Hintersträngen angehören können. Doch ist dies Verhältniss sicher kein gleichmässiges. Während beim Kalbe die formatio reticularis vollständig entwickelt ist und Pyramidenfasern abgibt, ehe noch an den Hintersträngen eine wesentliche Veränderung statt hat, geschieht letztere bei anderen, z. B. Katze, zum Theil auch beim Menschen sehr schnell und massenhaft, die grauen Massen verdrängen die anerkannten Hinterstränge sehr schnell, und im selben Verhältniss tritt die Pyramidenkreuzung sehr massenhaft auf. Dies Verhältniss einer möglichen Ersetzung würde auch auf eine nähere Beziehung von Seiten- und Hintersträngen deuten, als bisher angenommen werden konnte.

Wenn sonach die formatio reticularis und mit ihr Theile der Seiten- und Hinterstränge als Material für die Bildung der Pyramiden unzweifelhaft erscheinen, so wird in der Erkenntniss der formatio reticularis selbst und ihrer allmäligen Veränderung die vollständige Theorie der Pyramidenbildung gelegen sein. Eine solche habe ich vorhin durchgeführt und ich glaube sie findet in den eben geschilderten Verhältnissen ihre beste und sicherste Stütze. Die sich als formatio reticularis ansammelnden Fasermassen können keine unveränderte Massen der Seiten- und Hinterstränge sein, welche nur ihre Richtung verändern und von der grauen Masse umfasst werden. Es handelt sich dabei um eine

bedeutende Substanzvermehrung, der anfangs nur eine sehr geringe, dem Verhältniss entsprechende Massenverminderung der eigentlichen ankommenden Seitenstränge und auch später der Schwund der Hinterstränge nicht vollständig entspricht. Es handelt sich aber ferner um eine innere, trotz Pyramidenbildung etc. immer fortgehende Substanzvermehrung, welche auch bei vollendeter Pyramidenentwickelung das ungeänderte, häufig noch vermehrte Verhältniss der Fasermasse erklärt.

Eine solche Faservermehrung auf dem Wege der Theilung von ankommenden Faserzügen zu erklären, scheint mir unmöglich, selbst im günstigsten Falle hat die Beobachtung hier nicht den allermindesten positiven Anhalt gegeben. Wohl aber ist es andererseits Thatsache, dass die Entwickelung der Substantia reticularis mit der balkenförmigen Wucherung der grauen Substanz gleichen Schritt hält, dass deren Fortsätze nicht über dieselbe hinausreichen, mit ihr in Verbindung stehen müssen und höchstens die Frage übrig bleiben kann, ob sie die Bildung der ganzen formatio reticularis zu erklären im Stande sein wird. Nur auf dem Wege der Vermittelung durch Zellen, aber auf diesem sehr leicht und allerorts zu bestätigen, ist es erklärlich, wie hier plötzlich eine bedeutende Massenzunahme in Fasern veränderten Charakters möglich wird, und wie eine solche Zunahme immer fortdauern kann, trotzdem eine theilweise Abfuhr in den Pyramiden statt hat.

Ich muss daher bei der ausgeführten Theorie stehen bleiben, dass die formatio reticularis zum Theil dadurch erzeugt wird, dass die ankommenden Fasern der Seitenstränge in die wuchernden, sie umspinnenden grauen Massen einmünden und dass dann von den Zellen ein zweites System sich erhebt, welches an Zahl das ankommende überwiegt, welches den Protoplasmafortsätzen entspricht, und welches dann longitudinal oder in anderer Richtung fortziehend die formatio reticularis erzeugt; auf der andern Seite, dass in gleicher Weise die Hinterstränge in die herumwuchernden Ganglien münden, um sich dann in einzelnen Faserzügen zu erheben, welche auch die Richtung durch die Regio reticularis nehmen und deren Fasern vermehren. Die Pyramiden, und das ist das Schlussresultat, erhalten daher von Seiten- und Hintersträngen gar keine direct übergehende Fasern, sondern nur solche, welche durch Vermittelung eines Zellensystems, also eines ersten Endpunktes, als die Fortsetzungen eines Theiles der Seiten- und Hinterstränge gelten können.

Das weitere Charakteristicum der Pyramidenfasern liegt nun, abgeschen von dieser ersten Entstehung, darin, dass sie in geradestem

Verlauf, wohl durch andere Fasern verstärkt, aber sonst nicht verändert, heraufziehen und bis zum grossen Gehirn hin gehen, ohne noch mit irgend einem anderen grauen Kerne in Verbindung zu treten, ohne also noch einen zweiten End- oder Knotenpunkt zu finden, ja man kann sagen, ohne fast irgendwie ihre gegenseitige Lage zu verändern. Während, wie schon auseinandergesetzt und noch im Verlauf näher zu begründen ist, alle anderen Bahnen den verschlungensten Verlauf nehmen und, wie es scheint, alle den Umweg über das kleine Gehirn geführt werden, unterscheiden sich diese dadurch wesentlich, und sie erhalten daher die Bedeutung einer nicht nur anatomisch, sondern auch physiologisch scharf unterschiedenen Gruppe. Die Aufgabe der Anatomie würde demnach weiter darin beruhen, das Verhalten dieser Bahnen während ihres Verlaufes bis zum grossen Gehirn zu verfolgen. Die Ermittelung der genaueren Bedeutung der zu ihnen gehörigen Fasern in Bezug auf die Nerven wird ihr unmöglich bleiben müssen, da es nicht scharf umschriebene Gruppen sind, aus denen sich die Massen entwickeln, sondern Theile der Seitenstränge, ja sogar nur Theile der Regio reticularis, welche sich erst wieder aus diesen Strängen heraus entwickelt hat. Da indessen, nachdem die Pyramidenbündel einmal gebildet sind, sie besonders an einzelnen Stellen auch von ihrer Unterlage so scharf umgrenzt und abgeschieden werden, so scheint es mir zunächst im höchsten Grade wahrscheinlich, dass Erkrankungen einer solchen abgegrenzten Partie vorkommen müssen, dann aber und besonders scheinen sie mir mehr wie andere Theile dem physiologischen Experiment zugänglich. Dazu scheint mir dann besonders die Gegend unmittelbar vor dem Pons bei Kaninchen und Katzen, wo die deutlich hinziehenden Fasern des Corpus trapezoides eine so scharfe Grenze abgeben, zweckmässig, während an den übrigen Thieren doch die untere Grenze jedenfalls für den, dem ein ganz genauer Einblick in die inneren Verhältnisse nicht zu Gebote steht, nicht scharf einzuhalten sein dürfte. Dass in dieser Beziehung schon etwas Erhebliches versucht worden sei, ist mir nicht bekannt, jedenfalls müssen bei mangelhafter Kenntniss der anatomischen Verhältnisse hier die Fehlerquellen zu gross bleiben, um sichere Resultate zu geben; vollends kann gar keine Einsicht möglich werden, wenn der Begriff der Pyramide nach unten hin nicht genau fixirt wird und daher bei Reizungen und Durchschneidungen die darunter fortlaufenden Vorderstränge nicht vermieden werden. Zu einer solchen Trennung haben aber sicher die bisherigen anatomischen Kenntnisse auch der gröberen Verhältnisse, die beim Thiere noch unvollkommener sind wie beim Menschen, nicht ausreichen

können, und da ausserdem die Durchschnittsstellen meist nicht genau angegeben werden, so kann hier wohl unmöglich von einer physiologischen Kenntniss eines umschriebenen Gebildes gesprochen werden. Damit sind natürlich nicht alle erhaltenen Resultate absolut unbrauchbar, im Gegentheil es ist z. B. interessant genug, wenn man die Empfindungslosigkeit dieser Stränge fast von allen Autoren angegeben sieht und sich doch überzeugen muss, dass die Hinterstränge an der Bildung der Pyramiden, wenn auch indirect, betheiligt sind.

Die bisher in dieser Beziehung erhaltenen Resultate findet man bei Magendie, bei Schiff etc., Longet hat wenig.

(Grosse Lücke.)

X.

DIE OLIVEN.

In den Angaben und Ansichten der bisherigen Autoren erscheinen die Oliven grösstentheils als fremde, eine Beziehung zu ankommenden Fasersträngen nicht darbietende Masse grauer Substanz mit eigenthümlichen Fasersystemen in Verbindung stehend, ohne dass eine wesentliche Beziehung zu benachbarten anderen Theilen mit Sicherheit constatirt werden konnte. Man behilft sich damit, zum Theil in ihnen eine erste Andeutung einer Hemisphärenbildung zu finden, eine Phrase, der wohl kaum eine klare Vorstellung zu Grunde liegt — oder man sieht in ihnen die Ursprungsstätte bestimmter Nervenzüge oder eine directe Beziehung zu solchem Nervenursprunge — ein Hülfsganglion eines Nervenkernes.

Stilling's Angaben enthalten eine topographische Beschreibung des grauen Kernes der Oliven, seiner Form und seiner Veränderungen in verschiedenen Schnittrichtungen. Ausserdem heisst es, wird die graue Masse des Olivenkernes von zahlreichen in Halbkreisen verlaufenden Querfasern durchsetzt, die gleichsam von der Raphe aus wie in einen vielfachen Hilus des Olivenkernes eindringen. Das Verhältniss des durchsetzenden Hypoglossus gibt dann Stilling durchaus richtig an, ohne in den von Lenhossek begangenen Fehler zu verfallen. Ueber die umgebenden zonalen Fasern, die von den grauen Massen des Keil- und zarten Stranges und den sogenannten Corpora restiformia ent-

springen und also theilweise um den grauen Kern der Oliven herumziehen, hat Stilling noch nichts. Ausführlicher sind die Angaben von Lenhossek. Nach ihm haben beide Oliven zusammengenommen denselben Bau wie die Hemisphären des grossen Gehirns, indem sie wie jene aus Medullarsubstanz bestehen, welche durch Ausstrahlung ihrer Pedunculi und der Quercommissur erzeugt wird, und um welche sich die Corticalsubstanz als selbstständig auftretende Gangliensubstanz herumschlingt. Von der motorischen Colonne geht gleichzeitig mit den Hypoglossuswurzeln der sogenannte Lenhossek'sche Pedunculus olivae aus, ein weisses Bündel, das in der grauen motorischen Colonne gerade wie der Hypoglossus entspringt, auch in der Mittellinie gerade wie der Hypoglossusursprung eine Ansa bildet, an der Olive in deren Hilus eintritt und an die einzelnen Falten der grauen Substanz ausstrahlt.

Für Niemanden, der die Verhältnisse aus eigener Anschauung kennt, kann es zweifelhaft sein, dass diese Beschreibung nur auf den Hypoglossus selbst passt, dessen eintretende Richtung nicht immer eine vollkommen gerade ist, der sich um die Oliven herumbiegen muss, und daher oft genug durch einen Querschnitt so getroffen wird, dass das obere Ende mit dem sogenannten Hilus der Oliven zusammenfällt. In der Weise ist denn die Lenhossek'sche Angabe, die wohl nur von Schröder nicht bezweifelt worden ist, schon von Kölliker rectificirt worden, und der Pedunculus olivae darf füglich aus der betreffenden Nomenclatur wieder verschwinden. Damit soll nicht gesagt sein, dass die Oliven nicht auch von unten her Zuzüge bekommen, die bis gegen die graue Substanz hin zu verfolgen sind. Existiren solche, und ich komme gleich darauf zurück, so kommen diese besonders solchen Stellen zu, wo der Hypoglossuskern nicht mehr rein und unvermischt ist und wo es daher auf alle Fälle zweifelhaft ist, welcherlei Fasern es hier sein können, welche von dieser Gegend nach den Oliven aufsteigen. Lenhossek beschreibt dann ferner als Commissura olivarum quere Fasermassen, welche über die Mittellinie herüber von einer Olive zur andern ziehen. Auch diese Benennung fasst, wie mir scheint, eine einfache Beobachtung nicht richtig auf. Jede Olive bezieht ihr Hauptmaterial, welches in ihren Hilus eintritt, aus Fasermassen, die in der Mittellinie liegen und den erhobenen Hintersträngen angehören, und so muss hier der Anschein von transversalen Bündeln entstehen, die in der Mitte zusammenkommen. Wenn unter dem Namen Commissura olivarum eine Verbindung beider Oliven bezeichnet werden soll, so ist der Namen derselben unrichtig, wenn aber die sich hier allerdings vielfach

kreuzenden Faserzüge so genannt werden sollen, welche in der Mittellinie übereinanderliegen, von denen aber jedes Bündel einer entgegengesetzten Olive angehört, so ist der Name mindestens überflüssig und wegen des leichten Missverständnisses schädlich. Was die Structur der Oliven angeht, so findet Lenhossek in den grauen Massen unbegreiflicherweise dieselben Elemente wie in den Hemisphären des grossen Gehirns, nämlich in einer structurlosen, hyalinen Grundsubstanz eine Unzahl sphärischer Ganglienzellen bedeutender Grösse. Das Stratum zonale Arnoldi beschreibt Lenhossek in dem Theile, der direct um die Oliven herumreicht, ohne aber den weiteren Verlauf und Zusammenhang dieser circulären Faserbahnen zu erkennen. Man sieht, wie diese Angaben nicht den geringsten Anhalt für irgend welche Theorie abgeben können, da von den Fasermassen, mit denen die Olive zusammenhängt, weder Anfang noch Ende bekannt wurden und auch die innere zellige Anordnung keine erheblichen Anhaltspunkte gewährte.

In den sogenannten Nebenoliven Stilling's findet Lenhossek Uebereinstimmung im Bau mit den Oliven und auch hier eigene Pedunculi, durch welche sie mit dem Kerne des Hypoglossus zusammenhängen.

Die Angaben Schroeder van der Kolk's weichen in der ganzen Darstellung des Thatsächlichen nicht gerade sehr von denen Lenhossek's ab, werden indess zu physiologischen Theorien benutzt, die auch im besten Falle wohl verfrüht gewesen sind.

Ich bin leider fast der ganzen Schroeder'schen Darstellung gegenüber in der Lage, weder die positiven Beobachtungen noch die daraus entnommenen physiologischen oder gar pathologischen Anschauungen bestätigen zu können, werde vielmehr durch meine eigenen Beobachtungen zu durchweg anderen Resultaten geführt, die im Folgenden offen und ohne Rückhalt durchzuführen mir erlaubt sein wird. Indem Schroeder die Oliven als ganz neu in der Medulla auftretende graue Massen seiner Rubrik sogenannter Nebenganglien der Medulla oblongata zuzählt, werden sie unter eine Classe grauer Massen gestellt, deren Bedeutung darin liegen soll, mit den Kernen, woraus die Nerven entspringen, durch eine grosse Menge von Fasern zusammenzuhängen, und deshalb einen mehr oder weniger grossen Einfluss auf die Wirkungsweise dieser Nerven zu üben. Mit dieser Auffassung hängt seine anatomische Darstellung zusammen, mit der sie steht und fällt, die ich also zunächst zu betrachten haben werde, und nach der die Oliven besonders bei dem Hypoglossus und Facialis die Rolle von Nebenganglien üben sollen, eine Rolle, deren letzter physiologischer Effect in der Beherrschung der

Sprache, auch wohl des Schluckens gelegen sein soll. Auch Schroeder geht also von dem inneren grauen Kern aus und von weissen Fasermassen, mit denen ersterer zusammenhängt, und durch die er mit anderen Massen verbunden wird. Die graue Substanz besteht nach ihm grossentheils aus kleinen pigmentirten rundlichen Ganglienzellen, die drei bis fünf verästelte Fortsätze haben sollen und mit einander durch Verbindungsfäden zusammenhängen. Durch dieses Blatt treten viele Querfasern, die zur Raphe gehen und sich dort kreuzen, Fasern, von welchen Kölliker einen Zusammenhang mit den Zellen des Corpus dentatum nicht auffinden konnte. Schroeder nimmt diesen an. Die zur Olive kommenden resp. mit ihr verbundenen Fasern sind, wie immer richtig bemerkt worden ist, Randfasern, die als Stratum zonale Arnoldi die Oliven umgeben, und Fasern, welche in dem sogenannten Hilus derselben erscheinen. Von beiden Partien ausgehend ziehen Faserbündel durch die Masse der Oliven, die das Corpus dentatum durchsetzen, dabei aber wohl alle mit den Ganglienzellen in Verbindung treten, weil sonst die mannigfache Durchsetzung nutzlos sein würde. Dabei wird angegeben, dass man bisweilen eine Faser in Verbindung mit ihrer Zelle eine Strecke weit verfolgen kann. Die sogenannten Nebenoliven hält Schroeder mit vollem Recht für mit den eigentlichen Oliven übereinstimmend.

Die Theorie der Oliven wird also natürlich nach Stilling in der Erkenntniss der Fasermassen liegen, welche mit den Oliven in Verbindung treten. In dieser Beziehung legt Stilling zunächst auf das Verhältniss des an den Oliven vorbeigehenden Hypoglossus grossen Werth, von dem einzelne Bündelchen das Corpus dentatum selbst durchbohren, was auf einen näheren Zusammenhang zwischen den Oliven und den Muskelnerven der Zunge hinzudeuten scheint. Dass ein solches Durchziehen eines Nerven durch eine graue Masse, von allen feineren Verhältnissen abgesehen, nichts beweist, wird Niemand zweifelhaft sein können, der in die Anordnung der Elemente mit ihrer unendlichen Complication und Verschlungenheit einen Einblick hat. Es ist Thatsache, dass die meisten Nerven, von denen ich es im Verlauf beschreiben werde, einen mehr oder weniger verschlungenen Verlauf durchmachen, der in seinen Nachbarverhältnissen etwas ganz Unregelmässiges, Unconstantes haben kann, dass besonders, wenn ein solch verschlungener Weg lang ist, die verschiedensten Ganglienmassen von den Nerven durchsetzt werden können, ohne dass immer eine nähere Beziehung derselben zu einander wird angenommen werden dürfen. Man überzeugt sich ferner, dass solche Durchsetzungen an verschiedenen Stellen ganz

inconstant sein können. Ich erinnere in dieser Beziehung daran, wie der motorische Theil des Accessorius und des Vagus die Fortsetzungen des sensibeln Hornes an manchen Stellen durchbohren, an anderen nur an ihnen vorbei gehen, wie der Facialis auf seinem merkwürdigen Wege fast die ganze Dicke der Medulla oblongata zweimal durchsetzt, wie der Acusticus in seinem Bogen das crus cerebelli und die dort gelegenen colossalen Zellen durchsetzt, ohne dass irgend ein vernünftiger Grund vorliegt, in solchen Fällen directe Beziehungen der Theile zu einander zu vermuthen. In allen solchen Beispielen, die ich demnächst genauer ausführen muss, liegt nichts Constantes, und dasselbe gibt Schroeder und geben die anderen Autoren auch von dem Hypoglossus und seiner Beziehung zur Olive an. Legt man also auf diese Thatsache des Durchsetzens, wie es nach dem Angeführten erforderlich ist, zunächst weiter keinen Werth, so wird die Schroeder'sche Bemerkung nur dann eine Stütze finden, wenn Fasern des absteigenden Hypoglossus entweder in den Oliven endigend angenommen würden, oder wenn man sich die Fasern theilen liesse, und dadurch eine Verbindung zwischen eintretenden Hypoglossuswurzeln und Oliven annähme. Ich verstehe nicht ganz, ob sich Schroeder etwas Derartiges denkt, jedenfalls aber führt er keine darauf bezügliche Beobachtung an, und ich glaube jede mögliche derartige Annahme geradezu in Abrede stellen zu müssen, auf alle Fälle eine Bedeutung der Oliven als Nervenendigung als eine morphologische Unmöglichkeit hinstellen zu müssen. Daraus würde sich also ergeben, dass auf die Beziehung der ankommenden Hypoglossuswurzel zu den Oliven kein grosser Werth gelegt werden darf. Im Weiteren nimmt nun Schroeder die beiden Lenhossek'schen Irrthümer, den Pedunculus olivae und die Commissura olivarum, durchaus an, sogar in noch bestimmterer Weise. In Beziehung auf solche kann ich also nur wiederholen, was ich oben Lenhossek gegenüber angab, dass sich die Beschreibung nur auf ein Hypoglossusbündel bezieht, welches schräg die Masse der Olive durchsetzt hat, und daher aus dem Hilus zu kommen scheint. Besonders die untere sogenannte Ansa macht diesen Irrthum unzweifelhaft. Wohl aber ist es richtig, dass die graue Masse des Hypoglossuskernes, die ja in das benachbarte Balkengerüst in verschiedener Stärke übergeht, auch an Stellen, wo kein Hypoglossusfaden herabtritt, den Schein eines breiten, mattweissen, von dem Hypoglossuskern zur Olive gerichteten Zuges annehmen kann. Auf einen solchen Zug, der aus grauer Masse besteht, passen die Beschreibungen Lenhossek's und Schroeder's nicht. Zunächst kann es also als entschieden irrthümlich bezeichnet werden, wenn Schroeder das anatomische Re-

sumé zieht, dass beide Oliven durch eine grosse Anzahl von Fasern mit einander in Verbindung stehen, die aus deren Ganglienzellen entspringen und die Raphe durchsetzen. Gäbe es eine solche Verbindung beider Oliven direct, so würde ihr Nachweis, der Feinheit und Verschlungenheit der Fasern und der Kleinheit der Zellen wegen, eine anatomische Unmöglichkeit sein. Von den Faserzügen, aus welchen Schroeder seine Schlüsse gezogen hat, lässt sich mit Bestimmtheit aussprechen, dass von jeder Seite Bündel zur andern Olive geführt werden, die von entlegenen Stellen ankommen und die also in der Mittellinie aneinander vorbeigehen resp. sich kreuzen. Es ist dasselbe Verhältniss, welches man bei allen sogenannten Kreuzungen resp. Commissuren wiederfindet, welche nie als Verbindungen gegenüberliegender grauer Massen aufzufassen sind.

Ausser den genannten Annahmen hat nun Schroeder noch die Vermuthung, dass aus den Oliven auch noch Längsfasern entspringen, welche als funiculi olivarum und Schleife zum grossen Gehirn gehen, die Oliven also mit diesem und mit unserem Willen in Verbindung setzen, wobei dann die Querfasern als Commissuren zu deuten wären. Ueber eine weitere Bedeutung der die Oliven umgebenden Randfasern gibt Schroeder keine bestimmte Ansicht. Ausser den genannten Beziehungen zum Hypoglossus nimmt Schroeder auch eine Beziehung zum Accessorius und Facialiskern an, über die aber genauere Angaben fehlen. Die des Facialis kann mit der allergrössten Sicherheit als irrthümlich nachgewiesen werden, da Schroeder der wirkliche Facialiskern nicht bekannt war. Was die Beziehungen zu aufsteigenden Fasern in der Gegend des Accessoriuskernes angeht, so will ich schon hier angeben, dass gerade in derselben Richtung der Accessorius als Stamm eine aufsteigende Bahn verfolgt, dass ausserdem hier so mannigfache aufsteigende Fasern existiren, dass nur nach den complicirtesten Bemühungen ein Resultat als möglich gedacht werden kann. So viel ist sicher, dass es unmöglich ist und der Beobachtung widerspricht, eine Faser ununterbrochen vom Accessorius- oder vom Hypoglossuskerne bis zu den Oliven zu verfolgen. Nach alledem kann ich nur sagen, dass die wichtigsten Fasersysteme, welche die Oliven versorgen, die in den Hilus eintretenden und die als Randfasern, als Stratum zonale sich sammelnden, von Schroeder und von allen Autoren seither nicht vollständig verfolgt worden sind.

Die Olive, so sagt die Schroeder'sche Theorie, erscheint als ein Hülfsganglion des Hypoglossus und Accessorius für die zahllosen Bewegungscombinationen beim Sprechen sowohl als beim Schlucken.

Wenn ich mich also dahin aussprechen muss, dass auf anatomischem Wege für diese Annahme gar keine ausreichenden Grundlagen sich ergeben, dass die für solche gehaltenen sich ganz anders erklären, so kann ich schon jetzt anführen, dass die anatomischen Thatsachen im Gegentheil zu einer ganz anderen, sehr verwickelten aber sehr bestimmten Theorie führen. Ich muss ferner hinzufügen, dass ich in den pathologischen und vergleichend anatomischen Thatsachen auch nicht den geringsten Anhalt für Schroeder's Annahmen finden kann. Zunächst beruhen die vergleichenden Annahmen alle auf dem nachher zu erörternden Irrthum, dass der bei Thieren doppelt vorhandene Olivenkern beim Menschen nur durch ein einfaches Corpus dentatum repräsentirt sei. Ich will also hinzufügen, dass nur die untere, unterhalb der Pyramiden gelegene Olive der Thiere den bisher bekannten menschlichen entspricht, dass ich also alle Vergleichungen ignoriren kann, welche von Seiten der oberen Oliven der Thiere auf die bekannten des Menschen bezogen werden. Dasselbe gilt von der ausführlich besprochenen Beziehung der Oliven zum Facialis und dessen Function, die sich durch die Auffindung der oberen Olive in dem Corpus trapezoides auch beim Menschen, ferner aber durch die Auffindung des wirklichen Facialiskernes erledigen. Was nun die vergleichende Bestimmung derartiger Theile bei verschiedenen Thieren oder verschiedener gleichzeitig vorhandener Theile, also z. B. des Hypoglossuskernes und der Oliven, angeht, so ist dergleichen sehr misslich, besonders wenn andere gleichzeitige Verhältnisse ignorirt werden. So kann ich nicht finden, dass sich Grösse des Hypoglossuskernes und der Olive bestimmt entsprechen. Wohl aber, und daran möchte ich schon jetzt erinnern, kann man eine Beziehung der Olivenausbildung mit der des kleinen Gehirns und des Corpus dentatum cerebelli nicht verkennen.

Schon früheren Beobachtern musste es auffallen, mit welcher Leichtigkeit bei Thieren in der Gegend, welche der menschlichen Olive zu entsprechen scheint, zwei hintereinander gelegene graue Massen erscheinen, die allerdings nicht ganz in derselben Ebene gelegen, doch im Bau, d. h. in der allgemeinen Configuration, grosse Uebereinstimmung erkennen lassen. Von diesen erscheint die auf das Rückenmark zunächst folgende bei Thieren schon früh und liegt zwischen Hypoglossus und Raphe, also unter den Pyramiden in der Fortsetzung der Vorderstränge des Rückenmarkes. Sie erhielt von Schroeder den Namen der unteren Olive. Eine zweite weiter oben gelegene erscheint in der Höhe des Nervus abducens und facialis, nach aussen vom Nervus abducens gelegen und auch als ein doppeltes gefaltetes Blatt. Sie ist bei verschiedenen

Thieren verschieden ausgebildet, wird von einem dritten zonalen Stratum umgeben, von Treviranus schon als Corpus trapezoides, von Schroeder van der Kolk darauf als obere Olive bezeichnet. Die ganze Masse dieser sogenannten oberen Oliven wird nun nach letztgenanntem Autor von einem starken weissen Faserbündel bedeckt, das, von beiden Seiten in der Mittellinie zusammenkommend, hier eine der deutlichsten handgreiflichsten sogenannten Commissuren bildet. Auch diese Masse von Fasern soll nur Thieren eigenthümlich sein, wenn auch nach Arnold Andeutungen des Vorkommens auch beim Menschen gefunden werden. Sie werden mit dem Facialis, nach Einigen mit dem Acusticus in Verbindung gebracht, und die ganze obere Olive wird zum kleinen Hülfsganglion des Facialis (Vergl. Taf. V, Fig. 14, Ol. 5).

Seit Schroeder sind über die Oliven wohl nur von Kölliker und Clarke kurze Mittheilungen gemacht worden, welche auf folgendes herauskommen.

(Lücke.)

Es sei demgemäss erlaubt, die Ansichten über die Bedeutung des Corpus olivare durchzuführen, die mir meine Beobachtungen als die nothwendigen zeigen.

Der specielle Name der Olive oder des Corpus olivare gehört wesentlich bestimmten grauen Massen an, welche mit weissen Fasersystemen in Verbindung stehen, und welche je nach ihrer Ausbildung eine äusserlich wahrnehmbare Hervorragung erzeugen. Wahrscheinlich bei allen Thieren, jedenfalls auch beim Menschen, bei dem es bisher unbekannt war, muss man jederseits zwei durchaus verschiedene hintereinandergelegene graue Massen unterscheiden, von denen die eine in der Höhe des Facialis und Abducens liegt, also beim Menschen im Innern des sogenannten Pons vergraben liegt, während die andere tiefer unten im Bereich allerdings des Hypoglossus vorkommt, und die bekannte äusserlich wahrnehmbare Hervorragung erzeugt. Die letztere heisst die untere, die erstere die obere Olive. Das Nachfolgende gilt begreiflicherweise zunächst von der unteren, als derjenigen, welche beim Menschen bisher allein bekannt war und an welche sich alle bisherigen genaueren Untersuchungen anknüpfen. In der That kann man im Bereich der Medulla kaum ein Gebilde antreffen, welches seiner sonderbaren Form- und Ausbildungsverhältnisse wegen so sehr Speculation und Theorie herausfordert und welches trotzdem bisher, wie ich wohl sagen darf, so fast vollständig dunkel geblieben ist.

Die anatomische Beschreibung sagt, die Oliven erscheinen als vollständig neue in den Bulbus rachiticus eingesprengte Massen. Uebersetzt man dies in die Sprache der mikroskopisch morphologischen Erkenntniss, so will das sagen, sie fallen nicht in den Bereich des Rückenmarksschemas. Wenn wir uns in der Medulla oblongata die graue Rückenmarksmasse in ein reticuläres Gerüst zerfallen denken, so scheinen die Oliven jenseits dieses grauen Gerüstes zu liegen. Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht zunächst, ganz abgesehen von den inneren Structurverhältnissen, die charakteristische Form und scharfe Abgrenzung gegen das erwähnte Balkengerüst, die sich selbst da kund gibt, wo beide Theile wie bei Thieren unmittelbar aneinanderstossen, die beim Menschen der schärfer unterschiedenen Construction wegen aber besonders deutlich hervortritt; dafür spricht ferner der wechselnde Ort, welchen bei verschiedenen Geschöpfen die untere Olive einnehmen kann, der ein bestimmter sein müsste, wenn sie bestimmten Theilen des Gerüstes entspräche; dafür spricht aber ganz besonders und wie mir scheint absolut beweisend die so sehr wechselnde Ausbildung bei verschiedenen Thieren, welche von der Ausbildung, Grösse und Ausdehnung des Rückenmarksschemas ganz unabhängig ist. Alle Theile, welche den directen Fortsetzungen des Rückenmarks entsprechen, sind natürlich beim Menschen kleiner, unentwickelter, als die enormen Massen des Ochsen; nun vergleiche man aber die Oliven des Ochsen und des Menschen, und man wird den Gedanken nicht abweisen können, dass sie in das System des einfach veränderten Rückenmarksschemas nicht gehören können. Hält man diesen Gedanken fest, so schwinden die Oliven ohne Weiteres aus der Reihe der wirklichen und möglichen Nervenendigungen, es wird dann fast eine morphologische Absurdität, wenn man bestimmte Nerven etwa ganz oder theilweise aus den Oliven hervorgehen lassen will oder sie mit den Oliven verbunden sein lässt, ehe sie ihr erstes Ende gefunden haben. Die Theile, mit denen wenigstens bei den Säugethieren und, ich möchte vermuthen, auch bei den niederen Wirbelthieren die Oliven correspondiren, sind Pons und kleines Gehirn, und darin liegt, wie ich auseinandersetzen werde, der Kern derjenigen Gesichtspunkte, welche zur Aufklärung ihrer Function führen müssen.

Wenn es also schon auf diesem Wege wahrscheinlich wird, dass Rückenmarksschema und Oliven nicht zusammenfallen, dass die Oliven keine erste Station für eintretende Nerven, sondern erst ein späteres Glied in der centripetalen Reihe darstellen, so wird das noch deutlicher, wenn man den Charakter der Elementartheile näher ins Auge fasst.

Ich suchte es oben für die Nervenfasern wahrscheinlich zu machen, dass Zahl und Charakter derselben mit den Stufen der centripetalen Weiterleitung sich ändern, und dass solche Aenderungen allerdings bei verschiedenen Partien, bei verschiedenen Nervenfasern in verschiedener Weise sich kund geben. Was wir von solchen Verhältnissen hier brauchen ist zunächst die Thatsache, dass die Nervenfasern, so lange sie als Nervenstamm verbunden verlaufen, ihren Charakter wenig oder gar nicht verändern, dass sie sich in die graue Substanz eingetreten in verschiedener Weise verhalten, und dass sie in den centripetalen Strängen meist wieder in einer Configuration erscheinen, welche von den eingetretenen Nervenwurzeln wenig unterschieden ist.

Die weissen Nervenfasern, welche mit den Oliven in Verbindung treten, stimmen mit keinen der bisher genannten überein, sie gehören meist zu den schmalsten, die man findet, und auch schon darin liegt, wie mir scheint, ein weiteres Motiv, um eine directe Beziehung der Oliven zu dem wenn auch veränderten Schema des Rückenmarks auszuschliessen. Es kommt mir nicht in den Sinn, den Werth solcher theoretisch morphologischen Speculationen zu überschätzen, aber sie sind es hier, welche den Weg zeigen, um auf die morphologisch richtigen Verhältnisse geführt zu werden. Dieser lässt sich finden, wie ich glaube, wenn es gelingt, den Oliven eine andere Stelle im Schema anzuweisen, und andere Theile zu finden, mit denen sie in Verbindung stehen. Die Function und morphologische Bedeutung irgend einer grauen Masse in den Centralorganen kann, davon muss man ausgehen, nicht bekannt werden, wenn nicht die Bahnen, mit welchen die Masse verbunden ist, durchaus scharf und vollständig verfolgt und bekannt sind. Es ist darum entschieden befremdend, wenn man von weissen Fasersystemen hört, welche mit den Oliven verbunden sein sollen, wenn aber diese nicht bis zu ihrem Ursprung verfolgt wurden, wenn man liest, wie die Oliven z. B. von dem Stratum zonale umgeben werden, aber der weitere Ausgangspunkt dieses Systems gar nicht oder unvollständig verfolgt ist. So entstehen denn die grauen eingesprengten Massen mit eigenem Fasersystem, wie man sie wohl in manchen Beschreibungen findet und die als Massen recht eigentlich ohne Anfang und ohne Ende jedem Versuch eines Verständnisses hartnäckig widerstehen müssen. Meine oben ausgeführten Ansichten über die Bedeutung der Nervenelemente, Zellen wie Fasern, führen zu der Ueberzeugung, dass es die Zelle ist, welche nicht nur Form und Charakter einer Nervenfaser bedingt, sondern von der auch die Auffassung eines mit ihr und ihren Fasersystemen verbundenen nervösen Faserapparates ausgehen muss. Unter solchen Umständen ent-

stand dann die erste Aufgabe, für die grauen Massen der Oliven, speciell für die Ganglienzellen derselben eine theoretische Auffassung zu gewinnen, von der ausgehend die Bedeutung der Fasersysteme möglicher Weise verstanden werden könnte. Meine Erwartungen haben mich hier nicht getäuscht.

In dem grauen Kern, welcher die also zunächst untere Olive zusammensetzt, also dem Corpus dentatum oder ciliare olivae, dem Stilling'schen Olivenkerne, finde ich im Ganzen eine Gleichmässigkeit der Structur, wie man sie an anderen Theilen der Centralorgane kaum zu finden gewohnt ist. Man denke sich eine bindegewebige Grundsubstanz gleich der, welche alle Centralorgane des Nervensystems durchdringt, hier in ziemlich reiner Form, und daher an den meisten Stellen als eine graue gelatinöse Masse erscheinend. Die Masse der körnig porösen Grundlage ist verhältnissmässig bedeutend, da die nervösen Zellen in bestimmten Zwischenräumen, nicht gedrängt auf einander stehen und die nervösen Fasern, welche diese Substanz durchsetzen, auch meist bündelweise angeordnet sind und, von durchsetzenden Zügen abgesehen, anfangs bündelförmig angeordnet ausstrahlen, also ähnliche Bedingungen in sich schliessen, wie die Substantia gelatinosa Rolandi, mit der die graue Masse der Olive auf dem Durchschnitt für das blosse Auge eine unverkennbare Aehnlichkeit besitzt. Auf Durchschnittspräparaten erscheinen daher die Oliven an nicht gefärbten Präparaten als eine gleichmässig glänzende Masse, von den Nervenbündeln durchzogen, in der die nervösen Zellen meist durch Chromsäurefärbung oder zugleich, wie beim Menschen, durch Pigmentreichthum ziemlich markirt hervortreten. Schon bei dieser einfachsten Präparation kann man neben diesen Zellen zerstreute, scheinbar ganz freie glänzende Kerne nicht verkennen. Deutlicher markiren sich diese von gefärbten Präparaten, bei welchen ausserdem die ganze Substanz eine mehr gleichmässig blassrothe Färbung erhält, wie man sie an allen bindegewebigen Massen der Centraltheile, die einigermaassen voluminös sind, antrifft. Diese bindegewebige Grundmasse durchziehen nervöse Bündel, welche in ihr ausstrahlen, und welche, wie ich sogleich auseinandersetzen will, nach verschiedenen Richtungen hin verfolgt werden können. Ausserdem aber erblickt man in ihr zellige Elemente, welche alle nach demselben Princip angeordnet sind, und in keinem Theile der ganzen Länge der Olive einen erheblichen Unterschied erkennen lassen. Untersucht man die Olive beim Menschen, so erkennt man die Olivenzellen als rundliche Zellkörper, von denen nach den verschiedensten Seiten hin Zellfortsätze eng vom Zellkörper abgehen. Dadurch behält letzterer eine rundliche

Form, welche von allen Autoren angegeben wird. Bei Thieren, bei denen sich für die untere Olive die ganz übereinstimmende Bedeutung erkennen lässt, sind die Zellen nur dadurch unterschieden, dass sich der Zellkörper mehr oder weniger allmälig in seine Fortsätze auszieht. Die Ursache dieser Verschiedenheit beruht wohl mit darauf, dass beim Menschen die Zellen zerstreut auf einem grösseren Raum vertheilt stehen, während das dichtere Gedränge bei Thieren der einzelnen Zelle einen viel beschränkteren Raum zurücklässt. Untersucht man nun die genannten Zellen in ihren feineren, für die functionelle Bedeutung wichtigen Verhältnissen, so kommt man zu dem wichtigen Ergebniss, dass sie sich eben so wenig beim Thiere wie beim Menschen von dem oben durchgeführten Schema der centralen Ganglienzellen entfernen. An allen ist der Axenfortsatz von den Protoplasmafortsätzen zu unterscheiden, und ergibt sich von vornherein das Princip, dass die Zellen Centralherde für Nervenbahnen verschiedener Bedeutung und Richtung sein müssen. Meine Beobachtungen dieser Verhältnisse sind meist von Thieren, und zwar von grösseren genommen, die zum Theil die Verhältnisse leichter, zum Theil aber auch schwerer erkennen lassen.

Nimmt man aber solches Schema an, und ich komme darauf zurück, so liegt darin die Grundlage der Theorie der Olive. Es ergibt sich, dass dieselbe als Leitungsapparat resp. Verbindungsapparat zwischen verschiedenen Fasersystemen eingeschoben ist, nicht anders wie die graue Rückenmarkssubstanz zwischen eintretenden Nervenwurzeln und centripetal zum Gehirn leitenden Strängen; es ergibt sich, dass von einer Endigung der so verschiedenen Bahnen in den Zellen der Oliven in der gewöhnlichen Bedeutung nicht die Rede sein kann, sondern dass hier die Verbindung von Nervenfaser und Zelle nur eine Complication der Leitung in sich schliesst, die man keinen Grund hat sich als eine einfache zu denken. Nehmen wir also Rücksicht auf die verschiedene Bedeutung der Protoplasma- und Axenfortsätze, so müssen wir mit den Zellen verschiedene nervöse Systeme in Verbindung annehmen, wir müssen sie als Zwischenapparate zwischen solchen eingeschoben denken, die Zelle muss ein ankommendes und ein weitergehendes Nervenfasersystem erhalten. Nun habe ich oben auseinandergesetzt, dass ich auf Schnittpräparaten allerhöchstens die weitere Verfolgung eines Axenfortsatzes als Axencylinder auf kurze Strecken für möglich halte, dass mir aber besonders bei so kleinen Zellen wie die der Oliven die exacte Verfolgung der mit den Protoplasmafortsätzen in Verbindung stehenden Nervenfäserchen eine anatomische Unmöglichkeit scheint. Unter solchen Umständen entsteht zunächst für die grö-

bere anatomische Untersuchung die Aufgabe, festzustellen, ob sich durch Verfolgung der gröberen Bündel Bahnen erkennen lassen, welche eine entgegengesetzte Richtung einschlagen, und ob solche in bestimmter Weise zu etwaigen End- oder Ausgangspunkten verfolgt werden können. Ich habe die Ueberzeugung, dass dies möglich ist, und werde bei der Beobachtung der Nervenbahnen auseinanderzusetzen versuchen, wie sich auf diese Weise die ganze Olive als ein Leitungs- resp. Knotenpunkt herausstellt, dessen allgemeines Princip leicht verständlich ist, so sehr auch die einzelnen Thatsachen sich compliciren mögen.

(Lücke, für die ausführliche Besprechung der Zellen der grauen Substanz der Oliven vorbehalten.)

Das Schema grauer Masse der Oliven ist demnach vollendet, wenn man sich Zellen der angegebenen Art und in der genannten Anordnung durch die ganze Masse des Corpus ciliare zerstreut und in ein bindegewebiges Stroma eingebettet denkt, wenn man sich ferner vergegenwärtigt, dass diese Massen grauer Substanz von Zügen feiner Nervenröhren durchsetzt werden, welche meist in schmale Bündel zerfallen, in die graue Masse ausstrahlen und eine Verwendung finden, wie sie das schematische Bild der genannten Nervenzellen nothwendig mit sich bringt.

Die weitere Untersuchung wird die näheren Verhältnisse dieser Nervenbahnen ins Auge fassen müssen. Der erste Anblick lehrt, wie es alle Untersucher angeben, dass von beiden Seiten die das graue Corpus ciliare umgebenden weissen Massen Bündel in die einzelnen Windungen der grauen Substanz hineinschicken, welche dann hier faser- oder pinselförmig ausstrahlen.

Diese weissen Substanzen sind eines Theils, wie beim Menschen leicht zu erkennen, die das Corpus ciliare aussen und von allen Seiten umgebenden, also zum grössten Theil die Fasern des Stratum zonale, andern Theils die Fasermassen, welche in dem inneren, von der gefalteten grauen Masse umgebenen Raum gelegen sind, und also durch den sogenannten Hilus der Olive aus- oder eintreten. Fassen wir zunächst derartige eintretende Bündel ins Auge, ganz abgesehen von ihrer Herkunft, so wird von einigen Autoren ohne Weiteres eine Verzweigung und Endigung in den grauen Elementen angenommen, während andere ein blosses Durchsetzen annehmen.

Nach Schroeder ist es ebenso leicht, derartige einführende Faserbündel in Nervenzellen endigen, wie die Zellen selbst in der mannig-

fachsten Verflechtung verbunden zu sehen. Machen wir uns klar, was hier die Anatomie leisten kann. Geht man von der Thatsache aus, dass es Faserbündel gibt, welche in der That die graue Masse der Oliven nur durchsetzen, so muss man die Frage aufwerfen, wie solche von anderen zu unterscheiden sein werden, welche in der Olive endigen, also zur Olive gehen oder von ihr kommen. Abgesehen von den Bündeln, mit welchen der Nervus hypoglossus, vielleicht auch andere Nerven den grauen Kern der Olive durchziehen können, lässt sich leicht erkennen, dass ein Theil der aufsteigenden circulären Faserzüge in grossen Bahnen von der einen Seite aufsteigend einen Bogen durch die Olive beschreibt, um dann erst hoch oben, dem Hilus der Olive gegenüber, die Mittellinie zu überschreiten.

Ein solcher Bogen liegt bei weitem nicht immer in ein und derselben Querebene, macht einen verschlungenen Verlauf und so ist es zu erwarten, dass in den meisten Fällen auf Querschnitten schief abgeschnittene Partien einer solchen Bahn zum Vorschein kommen. In anderen Fällen aber ist die Verschlingung geringer und in einer Ebene sieht man (wie in Fig. 15) den ganzen aufsteigenden Bogen bis zur andern Seite sich erstrecken. Ich frage also zunächst, können Faserzüge, welche in dieser Weise die Oliven durchsetzen, von Bündeln unterschieden werden, welche in ihnen endigen? Das ist allerdings, wenn auch nicht immer, möglich, und zwar beim Menschen leichter wie beim Thiere. Zunächst kann, und darüber werden sich die Beobachter wohl schnell verständigen, von Verwechselungen der durchschnittenen Hypoglossusbündel bei genauer Einsicht keine Rede sein. Die Vergleichung der Durchmesser der zu diesen Bündeln gehörenden Axencylinder und Nervenfasern lehrt sogleich, wie hier so grosse Unterschiede der breiten, noch ganz unverändert eintretenden Hypoglossusmassen und der schmalen, zur grauen Masse der Oliven gehörenden Fasern sich ergeben, dass eine Verwechselung unmöglich ist, und der Pedunculus olivae in seiner wahren Bedeutung sogleich erkannt wird; man überzeuge sich davon an imbibirten Präparaten und besonders an thierischen. Anders aber verhält es sich mit den aufsteigenden circulären Faserzügen, wohl auch mit den Faserzügen des Stratum zonale, wo die Faserunterschiede geringer sind und jedenfalls nicht ohne Weiteres einen positiven Schluss gestatten.

Die Gesichtspunkte, welche hier maassgebend sein müssen, sind zunächst und hauptsächlich das Verhalten der in die graue Masse eingetretenen Bündel in dieser selbst. Bündel, welche die Masse bloss durchsetzen, verzweigen sich höchstens ganz kurz in wenig Theilungen, und

nur in der ihrem Ursprungsorte entgegenstehenden Richtung. Ein Bündel der aufsteigenden circulären Fasern löst sich höchstens (wie in Fig. 15) in zwei oder drei schmälere Bündel von unten nach oben auf. So geben schon einfache Spaltungen eines Bündels, wenn die Richtung des Stammes bekannt ist, einen zweckmässigen Anhalt. Ganz sicher wird das Verhältniss aber erst, wenn man irgend ein Bündel in der grauen Substanz sich vollständig faser- oder pinselförmig ausstrahlen und sich ganz auflösen sieht. Ein solches Bündel kann zu den durchsetzenden nicht gehören, es muss zu der grauen Masse in nähere Beziehung treten, in ihr endigen, oder aus ihr hervorgehen.

(Lücke.)

Erwägt man alle diese Gesichtspunkte, so erhält man für viele Faserzüge ein bestimmt positives, für andere ein ebenso bestimmt negatives, und nur für eine geringere Masse ein zweifelhaftes Resultat; man findet, dass die Zahl der letzteren verhältnissmässig eine so geringe ist, dass in der That das hier zu gewinnende positive Resultat ein durchaus befriedigendes zu nennen ist. Von allen Seiten der Peripherie also kann man sagen, strahlen in die graue Masse der Oliven Bündel aus, resp. treten in sie herein, deren weiteres Schicksal im Innern dieser grauen Masse aufzusuchen sein wird.

Was wird aus ihnen?

Die Antwort darauf kann nicht anders lauten, als dass alle Nervenbahnen, welche die Oliven nicht bloss durchsetzen, sondern welche sich in deren grauer Masse auflösen, dass diese mit den dort gelegenen Zellen in Verbindung treten. Den Beweis für eine solche Aussage sehe ich nicht in Schnittpräparaten, gefärbten oder ungefärbten, selbst an den in schönster Weise erhaltenen. Ich halte es nicht für verantwortlich, wenn eine Endigung einer einzelnen Nervenfaser in einer Zelle der Olive auf Durchschnitten als ein leicht erkennbares Resultat hingestellt wird, wie es Schroeder thut, wenn ich auch nicht absolut leugnen will, dass der Uebergang einer Axenfaser in eine Nervenfaser an schön gelungenen Imbibitionspräparaten sichtbar werden kann; aber häufig werden solche Bilder schon der mangelhaften Färbung wegen nicht sein können. Den Abgang feinster Fasern aber von den Protoplasmafortsätzen wird von diesen kleinen Zellen Niemand an Durchschnitten erkennen wollen. So muss ich hier den sogenannten Beobachtungen Schroeder's entgegentreten, wenn ich auch gegen das Resultat nichts

habe, um so mehr, da die in seinem ersten Hauptwerke niedergelegten Resultate der doch entschieden mangelhaften Methode einer einfachen Aufhellung nicht imbibirter Chromsäurepräparate in Chlorcalcium entnommen sind. Diese zartesten Zellen und Nervenfasern vertragen eben diese Flüssigkeiten nicht.

Weil aber nun auf Durchschnitten die genannten Bilder jedenfalls so selten sind, dass sie dem sorgsamsten Untersucher lange oder vollständig entgehen können, so lag darin doch wohl nicht das Recht, die Verbindung der den Oliven gehörenden Nervenfasern mit deren Zellen absolut zu leugnen. Hierin ist Kölliker entschieden zu weit gegangen.

Ich meine also der Beweis für obige Angaben kann nur Zerzupfungspräparaten entnommen werden, die in bestimmten Lösungen macerirt sind. An solchen ist also die Verbindung der Zellen mit Nervenfasern verschiedener Art ganz in der oben angegebenen Weise zu erkennen, und ich trage demnach kein Bedenken, auch in den Oliven einen Apparat zu erkennen, mit dessen Zellen Fasersysteme in verschiedener Weise, wohl auch in verschiedener Direction und von verschiedenem Charakter zusammenhängen. Wenn ich mich im Allgemeinen so ausspreche, so ist dagegen, wie mir scheint, nur der Einwand möglich, dass vielleicht neben dieser Verbindung noch andere Verlaufs- resp. Endigungsweisen der in der grauen Substanz verschwindenden Nerven existiren möchten, also dass nicht alle Nervenbahnen mit den Zellen in Verbindung treten. Einem solchen Einwand gegenüber ist zunächst zugegeben, dass es Nervenzüge gibt, welche die Olivenmassen nur durchsetzen, also während dieses Durchtrittes nicht in der geringsten näheren Beziehung zu ihnen stehen. Von diesen ist demnach ganz abzusehen. Die Untersuchung des complicirten Baues der Medulla oblongata in ihren verwickeltesten Bahnen besonders mit Vergleichung verschiedener Thiere führt den Beweis, dass eine Nervenbahn in den wechselndsten Verhältnissen die verschiedensten grauen Massen durchziehen kann, ohne dass die geringste nähere Beziehung zu diesen grauen Massen angenommen werden darf. Berücksichtigt man also nur die Bahnen, welche sich in feinste Ramificationen in der grauen Masse auflösen, sich darin verlieren (enden), so bleibt eben nur die Möglichkeit, dass sie entweder an die Zellen herangehen, oder frei endend auslaufen. Die Möglichkeit, dass Nervenbahnen durch Verbindungen, Anastomosen, vereinfacht werden, also scheinbar enden können, lasse ich natürlich einstweilen ausser Acht, sie verändert das allgemeine Schema nicht. Dann aber bleiben die genannten Möglichkeiten die einzig denkbaren. Eine freie Endigung von so feinen Nervenbahnen in einer grauen Masse

zweifellos zu beobachten würde aber, wenn man auch die Möglichkeit des Vorkommens zugeben wollte, eine absolute anatomische Unmöglichkeit sein. Es bedarf aber weiterhin wohl keines Beweises, dass eine freie Endigung, ein freies Auslaufen einer Nervenbahn in einer grauen Masse eine solche physiologische Absurdität ist, dass sie gewiss kaum Jemand anzunehmen Lust haben wird. Nachdem also an isolirten Elementen das Verhältniss der Zelle zum Nerven constatirt ist, nachdem jede andere Endigungsweise sich von vornherein als anatomische oder physiologische Unmöglichkeit ergeben hat, da endlich die anatomische Beobachtung auf Schnittpräparaten etc. eine wirkliche Endigung absolut verlangt, und die Untersuchung an Schnitten für alle in einer grauen Stelle sich verlierenden Bahnen ganz gleiche Verhältnisse ergibt, scheint es mir gerechtfertigt, den Ausspruch zu thun, dass alle Nervenbahnen mit den genannten Zellen in Verbindung gebracht werden. Darin liegt also das Princip, von dem die Theorie der Oliven ihren Ausgang nehmen muss.

Die nächsten weiteren Verhältnisse dieses inneren Zusammenhanges liegen nun, wie schon bemerkt, in der Natur der Zelle und der von ihr abgehenden Nerven. Indem wir also auch an dieser Zelle Axen- und Protoplasmafortsätze unterscheiden können, ergibt sich jede Zelle als Centralpunkt mehrerer nervöser Systeme, und sie verliert von vornherein den Charakter einer einfachen Endigung; sie wird ein Glied in einem complicirten Leitungsapparate, nicht anders als wir uns auch die Zellen der grauen Masse des Rückenmarks zwischen den eintretenden Wurzelfasern und den centripetalen Strängen zu denken haben. Was dort zu beweisen war, ist es auch hier, aber was dort offen blieb, wird es auch hier müssen, und für weitere Forschungen bleibt das weiteste Feld geöffnet. Auch hier entsteht zunächst die Frage, wie sich die Zellen als Leitungswege verhalten, ob eine Zelle ausreiche, ob mehrere in einfacher oder complicirter Weise dazu nothwendig sind. Die Beobachtung anlangend, so muss ich gestehen, den genannten principiellen Thatsachen einstweilen eben so wenig wie beim Rückenmark Bestimmteres hinzufügen zu können, und ich bin überzeugt, dass noch geraume Zeit vergehen wird, ehe dergleichen möglich werden kann. Um so mehr werden daher auch hier die Beobachtungen mit der grössten Vorsicht zu unternehmen und zu beurtheilen, die Schlüsse nur mit der grössten Vorsicht zu ziehen sein. So muss ich mich denn auch hier zunächst dahin aussprechen, dass ich Verbindungen der Zellen durch ihre Protoplasmafortsätze, wie sie Schroeder in Masse angibt, für durchaus

irrthümlich halte; ich glaube auch zu solchem Ausspruch aus dem Grunde berechtigt, weil, selbst wenn jene Verbindungen existirten, die Methoden Schroeder's, auf welchen sein Ausspruch basirt, nicht ausreichen würden, um dieselben sichtbar zu machen. Mir haben zunächst die besten Imbibitionen nichts der Art gezeigt. Auch bei isolirten Macerationspräparaten wird es möglich, die Zelle in so zu sagen vollständiger Unversehrtheit und zu vielen in nächster Nähe zusammenhängend zu erhalten, ohne dass mir jemals eine Verbindung der Art zu Gesichte gekommen wäre. Und doch ist die Anordnung der Olive besonders beim Menschen eine so regelmässige, die Bahnen der Fortsätze eine verhältnissmässig so kurze, dass, wären derartige Verhältnisse vorhanden, sie kaum unbekannt würden bleiben können; sie würden hier wohl öfter, und abgesehen von der Kleinheit der Zelle, leichter sichtbar zu machen sein, wie vielleicht bei vielen anderen ähnlichen Zellenformen.

Was nun aber die Verbindung der Zelle mit den Nerven angeht, so entsteht für die genauere Erkenntniss die Frage, wie es sich hier mit den betreffenden Nervenfasern weiter verhalte, ob vielleicht durch sie eine Verbindung verschiedener Zellenbezirke, oder eine Veränderung der Faserbahn, eine Vereinfachung ermöglicht werden könne. Abgesehen davon, dass das eine System hier wie überall durch den einen ungetheilten Axenfortsatz, das andere durch die Menge der Protoplasmafortsätze und der mit ihnen verbundenen Fasern repräsentirt ist, stehen mir hier bestimmte Beobachtungen noch nicht zu Gebote. Die Aufmerksamkeit wird hier besonders auf etwaige Theilungen resp. Verbindungen von Nervenfasern gerichtet sein müssen, die ganz sicher vorkommen werden, die aber an Schnittpräparaten der Beobachtung wohl absolut unzugänglich sind. Ich habe bisher an diesem Orte nichts dergleichen gesehen, bin aber überzeugt, dass die Fortsätze hier ganz besonders leicht abbrechen müssen, und dass daher ein negatives Resultat nicht die geringste positive Beweiskraft haben kann. Ich darf anderen Forschern diesen Punkt ganz besonders empfehlen, der zu seiner Lösung zwar viel Zeit und Mühe verlangt, aber über die Grenzen anatomischer Möglichkeit zum Theil wenigstens nicht hinausgeht.

Wie sich aus der obigen Darstellung ergibt, halte ich es einstweilen noch für verfrüht, die Bahnen einer einzelnen, isolirt gedachten Nervenfaser, d. h. die sämmtlichen mit einer Zelle zusammenhängenden Bahnen bestimmt zu verfolgen, und ich halte eine Reihe der hier nothwendig zu erkennenden Punkte auch für anatomische

Unmöglichkeiten. Es entsteht daher um näheren Aufschluss zu erhalten die Frage und die Aufgabe, diejenigen gröberen Bündel und Züge zu verfolgen und genau zu bestimmen, welche von irgend einer Richtung her mit den Oliven in Verbindung treten können. Man wird sich sagen müssen, dass auf Grund des genannten elementaren Princips diese einen ebenso bestimmten wie unzweifelhaften Weg werden an die Hand geben müssen. Bei Rückenmarksnerven ist man zufrieden und hat alle Ursache es zu sein, wenn man die Verbindung der eintretenden Wurzeln mit den Körpernerven und die Leitung der Stränge zum Gehirn kennt. Liegt es also nicht auf der Hand, dass man in den Oliven und in allen anderen verwandten grauen Massen zunächst einen ganz gleichen Weg versucht? Ich glaube sicher, und nachdem man in den Zellen der Olive den Centralherd von Nervenfasern verschiedener Richtung erkannt hat, also den wahrscheinlichen Knotenpunkt eines wenn auch complicirten Leitungsapparates, werden die Grundzüge der Theorie der Oliven gegeben sein, wenn man die Wege aller Nervenbahnen bestimmt hat, welche mit der Olive in Verbindung gebracht werden. Man sieht also, dass es sich unter solchen Auffassungen um eine Aufgabe handelt, welche nicht nur ganz und gar eine anatomisch mögliche genannt werden muss, sondern welche sogar zum Theil nicht einmal zu den anatomisch schwierigen gerechnet werden darf. Indem ich daher meine Beobachtungen mittheile, möchte ich wünschen, dass dieselben bald möglich von Seiten anderer Forscher controllirt und vervollständigt würden der grossen Bedeutung entsprechend, welche der Gegenstand für sich in Anspruch nehmen darf.

Die Beobachtungsmethoden müssen in diesen complicirten Fragen selbstverständlich der allerverschiedensten Natur sein, nicht eine Schnittrichtung allein, nicht ein Untersuchungsobject, nicht die ausschliessliche Bearbeitung der Oliven allein kann hier zur Erkenntniss führen, die verschiedensten Schnittrichtungen, die Untersuchung möglichst verschiedener Thiere neben der des Menschen, und das Studium der inneren Mechanik auch der übrigen Apparate der Medulla oblongata wird hier erst im Stande sein, eine befriedigende Kenntniss zu vermitteln.

Von Schnittrichtungen finde ich ausser den gewöhnlichen Querschnitten Längs- und Flächenschnitte nothwendig, ausserdem bei Thieren (beim Menschen nutzen sie so viel nicht) schiefe Querschnitte, welche die Richtung des schiefen Stratum zonale Arnoldi einnehmen. Untersucht man auf solche Weise den ganzen mit der Olive verbun-

denen Faserapparat, so gelangt man zu dem merkwürdigen Resultate, dass es sich hier nicht, wie man meinte, um irgend einen Hülfsapparat irgend einer mehr oder minder bedeutenden Function handele, also z. B. ein Hülfsganglion des Vagus oder Hypoglossus, dass vielmehr die Olive ein höchst complicirter, die verschiedensten Richtungen verbindender Apparat ist, ein Centralherd, der aber im Ganzen und Grossen, und das ist die Hauptsache, nicht eine letzte Endigung, der vielmehr immerhin nur ein verwickelter Leitungsweg bleibt.

(Grosse Lücke.)

Aus den genannten Gründen scheinen mir die anatomischen Resultate nur auf folgende Theorie der Oliven hinzuweisen. Dieselben sind ein Knotenpunkt, in welchem Fasermassen, die den centripetalen Strängen des Bulbus rachiticus angehören, ihr nächstes Ende finden, in welchem aber weitere Faserzüge entspringen, welche zum einen Theil zum kleinen Gehirn aufsteigen, zum andern Theil in gerader Richtung sich fortsetzend nach dem grossen Gehirne zu streben scheinen. In beiden Richtungen findet eine quantitative Vermehrung der Leitungsbahnen statt. Die Oliven führen also Massen der aufsteigenden centripetalen Stränge zum kleinen Gehirn. Doch sind die genannten Massen, da zu gleicher Zeit eine directe Weiterleitung zum grossen Gehirn hin stattfindet, als abgeleitete Stromarme einer in der Längsrichtung nicht unterbrochenen Bahn anzusehen. Ueber das Verhalten des kleinen Gehirns zu diesen Bahnen demnächst; es ergibt sich dabei, dass dieses eine Brücke ist, ein Knotenpunkt, von dem centripetale Fasern zum grossen Gehirn ausgehen, während es centrifugale aus dem Bulbus rachiticus aufnimmt.

Die Hauptmasse der letzteren aber wird dem kleinen Gehirn durch Vermittelung der Oliven zugeführt.

Ich habe mich im Vorstehenden bemüht, die genannte Theorie mit allen mir zugänglichen anatomischen Gründen der directen Beobachtung zu stützen. Aber sie ist auch für den Fall ihrer vollen Richtigkeit natürlich nur als ein Schema, als ein Gerüst aufzufassen, in welches weitere Untersuchungen hineinzutragen sein werden. Dieselben werden ihr Augenmerk zunächst auf alle möglichen vom Bulbus rachiticus her heraufziehende Fassermassen zu richten haben, und dann erst die inneren Einrichtungen der grauen Masse einer noch

weitergehenden Erforschung unterziehen müssen. Es wird noch genauer zu bestimmen sein, ob es nur Fasermassen sind, die den centripetalen Strängen entsprechen, welche durch die Olive zum kleinen Gehirn geführt werden, oder ob nicht vielmehr auch direct aus der grauen Masse der fortgesetzten Rückenmarkssubstanz, also aus den sogenannten Nervenkernen Massen der Art sich erheben können. Manches spricht mir für letzteres Verhalten, doch bin ich zu einem ganz bestimmten Resultate noch nicht gelangt. Nimmt man aber die genannte Theorie an, so wird dann und nur dann die vergleichend anatomische Beziehung, welche wenigstens bei Säugethieren zwischen Oliven, kleinem Gehirn und Pons besteht, sehr erklärlich, es wird verständlich, warum die Fortsetzungen des Bulbus nicht in dem geringsten quantitativen Verhältniss zu den genannten Massen gedacht werden können. Aus dem letzteren Umstand geht ferner mit Sicherheit hervor, dass eine blosse Endigung von bestimmten Strängen hier nicht möglich ist, sondern dass die Vergrösserung der Strombahn wesentlich im Begriff liegt.

Ich schliesse damit die Besprechungen derjenigen Apparate, welche speciell den Namen der Olive erhalten haben. Ich habe oben schon angegeben, dass bei Thieren unter dem Namen einer oberen Olive eine zweite graue Masse von entsprechenden weissen Partien umgeben bekannt ist, welche in der Höhe des Facialis und Abducens zwischen diesen beiden als grauer Kern erscheint. Diese obere Olive, welche bei manchen Thieren so entwickelt ist, dass sie fast mehr wie die eigentliche untere an die Form der Olive des Menschen erinnert, aber eine sehr verschiedene Ausbildung bei den verschiedenen Säugethiergattungen zeigt, diese obere Olive fehlt auch dem Menschen nicht. Sie ist hier in ihrer wahren Bedeutung bisher durchaus unbekannt, wenn auch die grauen Massen derselben den Augen der sorgsameren Untersucher nicht entgehen konnten. Stilling benennt Spuren dieser grauen Kerne, welche man in seinen Abbildungen erkennt, mit dem Namen der oberen Trigeminuskerne.

Um sich im Allgemeinen von den Eigenthümlichkeiten dieser Massen zu überzeugen, wähle man zuerst Säugethiere, und zwar besonders Hund, Katze, Kaninchen, erst dann Kalb, Ochse, Ziege etc. Macht man hier an erhärteten Präparaten Durchschnitte in der Höhe der breiten bandförmigen Hervorragung, welche man vor dem Pons Varolii liegen sieht, also in der Höhe des Facialis und Abducens, so sieht man zunächst eine breite zirkelförmige Faserschicht, welche die ganze Peripherie umziehend unter den Pyramiden weggeht, diese also

vollständig von den unten liegenden Faserzügen separirt, welche in der Raphe zusammenkommend hier eine breite, blendend weisse, besonders an gefärbten Präparaten deutlich erkennbare Kreuzung darstellt (vergl. Taf. V). Dieser circuläre, sehr breite Zug durchsetzt den Abducens, in der fortgesetzten Richtung den Hypoglossus, weiter nach aussen den Facialis, hinten den Acusticus, um den herum sich dieses Band in die Faserzüge des Crus cerebelli, aber so weit nach hinten gebogen einsenkt, dass das Verhältniss nicht gerade bequem sichtbar zu machen ist. Diese bindeartige, in der Mitte zusammenkommende, ich will einstweilen sagen kreuzende Fasermasse ist dasjenige, was Treviranus bei Thieren als Corpus trapezoides bezeichnet hat, es ist dasjenige, was die äusserlich erkennbare bandartige Hervorragung bewirkt. Es erinnert in seinem allgemeinen Verhalten durchaus an das ihm vorhergehende Stratum zonale Arnoldi, nur dass es eine mehr compacte, solidere Fasermasse darstellt. In diese Faserzüge eingesprengt, so darf man sich wohl ausdrücken, erscheinen, bei Thieren deutlicher wie beim Menschen, mehrere graue Kerne, deren hauptsächlichste mehrere gewundene Blätter darstellen, also durchaus an die bei Thieren vereinfachte Form der unteren Oliven erinnernd. Meist kann man, bei Thieren besonders deutlich, zwei Kerne der Art gesondert unterscheiden, von denen der innere ein mehr gerades, wenig gewundenes, der äussere aber ein S-förmig gebogenes Blatt darstellt.

Während nun bei Thieren diese Verhältnisse, selbst bei denen mit weniger entwickelten oberen Oliven, doch sehr deutlich zu Tage liegen, ist dies beim Menschen aus leicht begreiflichen Gründen nicht der Fall. Die ganze Gegend, welche hier bei Thieren frei zu Tage liegt, wird beim Menschen schon von den Querfaserzügen und grauen Massen des Pons überwuchert, welche es denn bekanntlich mit sich bringen, dass alle entsprechenden Nerven eine starke Biegung nach hinten nehmen müssen, um zu ihrem ersten Endpunkte zu gelangen. So wird beim Menschen bekanntlich sogar das letzte hinterste Ende der unteren Oliven zum Theil schon von den nach hinten gebeugten Ponsfasern überwölbt, und die ganze Gegend des Corpus trapezoides selbst liegt im Innern des Pons vollständig vergraben. Es gehört schon eine ziemlich vollständige Reihe fortlaufender Durchschnitte dazu, um die Verhältnisse hier wiederzufinden. In den Stilling'schen Durchschnittsbildern des Pons, welche allerdings Andeutungen der meisten der zu besprechenden Punkte erkennen lassen, fehlen aber gerade die wichtigsten Lagen, deren Unkenntniss z. B. das ganze

Verkennen des Facialisursprunges mit sich gebracht hat. Ich glaube, dass man sich in dieser Weise an fortlaufenden Durchschnitten auch beim Menschen leicht wird überzeugen können, dass sich hier Alles verhält wie beim Thiere, dass man etwas mehr oder weniger verschoben, mehr oder weniger deutlich, kleiner oder grösser ganz dieselben Bilder erhält, von denen die Beschreibung bei Thieren ausgegangen ist (vergl. Taf. V und deren Erklärung).

So leicht nun die groben Verhältnisse hier zu erkennen sind, so schwer versteht man die feineren, und so schwer erscheint es hier, mit ähnlicher Sicherheit wie bei den unteren Oliven zu einer genügenden Theorie zu gelangen.

(Lücke.)

XI.

DIE NERVEN

DES

BULBUS RHACHITICUS.

Die Erforschung des Ursprunges der zehn sogenannten Gehirnnerven (denn von dem Olfactorius ebenso wenig wie vom N. opticus, welche höchst wahrscheinlich, wenigstens der erstere, ein ganz anderes Princip repräsentiren, soll einstweilen in den folgenden Blättern gehandelt werden) ist von jeher als eine der schwierigsten Fragen der Durchforschung der Centralorgane angesehen worden. Sie ist es ohne Zweifel auch, und ihre scharfe Beantwortung wird fast unmöglich, wenn sie unternommen wird ohne einigermaassen genaue Kenntniss der ganzen Configuration der Medulla oblongata und der allmäligen Umwandlung des Rückenmarks in dieselbe. Man begnügte sich, die Nervenbündel, welche an den bekannten Stellen in die Medulla sich einsenken, in zellenreiche Massen zu verfolgen, die dann als fremde, in die ganze Medulla eingestreute Massen erscheinen, und glaubte mit deren Durchforschung und Erkenntniss die Frage nach der letzten Endigung der Nervenstämme in den Centralorganen abgeschlossen. So entstand die Lehre von der Endigung der Nervenstämme in besonderen sogenannten Nervenkernen, deren genaueres Verständniss bisher nur zum sehr kleinen Theile möglich geworden ist. Wie ich oben schon auseinanderzusetzen versuchte, wird die Auffassung eine ganz andere, wenn eine bessere Einsicht in die Configura-

tion der Medulla oblongata, ihre allmälige Entwicklung und Veränderung möglich wird, wenn man sieht, wie hier die Rückenmarksmassen nicht durch etwas vollständig Neues ersetzt werden, sondern wie sich nur Veränderungen constatiren lassen, welche trotz aller Umwandlung das Schema des Rückenmarkes selbst in den weitest gelegenen Provinzen nicht vollständig verwischen. Erst unter dieser Auffassung gewinnt man das Material, um auch die sogenannten Gehirnnerven einem verständlichen Schema unterzuordnen, dessen Grundzüge ich oben auseinandersetzte und hier des Weiteren auseinanderzusetzen haben werde.

Es ist keine müssige Speculation, wenn man in den Hirnnerven das Rückenmarksschema wiederzuerkennen sucht, sondern es erscheint so sehr als der einzig mögliche Weg zu einer genaueren Erkenntniss, dass es Wunder nehmen muss, diesen natürlich nicht neuen Weg nicht genauer und systematischer verfolgt zu sehen. Dem Knochensysteme gegenüber hat die Anatomie längst den erfolgreichen Schritt gethan, und hat an der Hand der Wirbeltheorie ein Verständniss wenigstens der Hauptknochengrundlage des Schädels gewonnen. Niemand wird zweifeln, dass was für das Knochengerüste bewiesen ist, auch in den Nervenmassen, für welche dieses die Grundlage abgibt und mit deren Entwickelung es correspondirt, seine Analogie finden wird. Wie für das Knochengerüste die Wirbelsäule in leicht erkennbarer Weise in der Höhe bis über die Gegend des Pons Varolii, bis über den N. oculomotorius hinaus verfolgt ist (die Grenze der Chorda liegt hier), so muss in der Medulla oblongata nicht nur im Ganzen, sondern auch in jedem einzelnen Nerven das Princip des Rückenmarkes und der Rückenmarksnerven wieder erkannt werden. Vergegenwärtigt man sich nun, was mit diesem Principe verlangt wird, so wird man einsehen müssen, dass es sich dabei nicht etwa bloss um eine morphologische Speculation handelt, obschon auch dieses Ziel genug sein würde, auch nicht dass es sich bloss um eine bequeme Leitung zur Durchforschung der schwierigen Verhältnisse handelt, sondern dass in solcher Aufgabe die Gesammtheit aller der Punkte begründet liegt, welche die innere Mechanik der Medulla mit sich bringt, und von welcher die Physiologie eines Cerebralnerven mit Nothwendigkeit abhängt. Das Schema eines Rückenmarksnerven nun liegt aber nicht bloss in der Endigung oder dem Hervortreten aus einer bestimmten Masse grauer Substanz aus den Vorder- oder Hinterhörnern, sondern ebenso in der Weiterleitung durch Vermittlung dieser grauen Substanz auf bestimmte weisse Fasermassen, der centripetalen Stränge, welche die Leitung

zum Gehirn übernehmen, es liegt ferner in den mannigfachen Verhältnissen und Irrfahrten, welche diese Stränge auf ihrer Bahn durchzumachen haben, ehe sie in ihrem letzten Centralherde, dem Seh- und Streifenhügel in dem grossen Gehirn angekommen sind. Zu diesen Irrfahrten gehört z. B. die Kreuzung der Pyramiden, gehören die Veränderungen und Kreuzungen im Innern des Pons, gehören die Verhältnisse zwischen Oliven und kleinem Gehirn etc. etc.

Wenn man also in den sogenannten Cerebralnerven den Rückenmarkstypus wiederzuerkennen versuchen will, so entsteht die Aufgabe, nicht nur den Nerven bis an eine bestimmte graue Masse zu verfolgen, nein, es muss auch von dieser die weitere centripetale Bahn aufgesucht werden. Für jeden Nerven muss es den Vorder-, Seiten- oder Hintersträngen des Rückenmarkes entsprechende Leitungsbahnen geben und werden solche Leitungsbahnen an denselben Veränderungen, denselben complicirten Irrfahrten Antheil nehmen können, welche die den Rückenmarksnerven entsprechenden Stränge durchmachen. Dass sich auf diesem Wege die Aufgabe, welche eine Durchforschung der Gehirnnerven in sich schliesst, ausserordentlich complicirt, versteht sich wohl ebenso von selbst, wie dass dies der einzige Weg ist, um über den ganzen physiologisch so ausserordentlich wichtigen Weg der Nervenbahn durch den ganzen Centralapparat und die daraus resultirende physiologische und auch pathologische Bedeutung ein Urtheil zu bekommen.

Wie ich vorhin auseinandersetzte, besteht die Schwierigkeit, dieses a priori postulirte Schema wiederzuerkennen, unter allen Umständen darin, dass während des Fortschreitens der Medulla nicht nur die Nerven selbst auf einen engeren Raum gedrängt werden und für den äusseren Augenschein andere Verhältnisse annehmen, sondern ganz besonders darin, dass die Lage und Form der inneren Provinzen, welche als die Fortsetzung bestimmter Rückenmarkspartien gelten müssen, so verändert, oft fast ganz vermischt wird, dass man oft sehr schwer das Rückenmarksschema noch wieder erkennen kann. Die Schwierigkeit liegt ferner darin, dass manche Bahnen hier plötzlich eine ganz andere Lage annehmen, an ganz entfernten Stellen erscheinen, zusammengehörige Theile auseinander drängen, nicht zusammengehörige scheinbar mit einander verbinden.

Zunächst habe ich auseinandergesetzt, wie die graue Masse, welche den Rückenmarkshörnern entspricht, in der Medulla und deren Fortsetzungen nur zum Theil als eine zusammenhängende Masse in deren scheinbar directer Fortsetzung erscheint, zum grössten Theil

aber durch ein graues Netzwerk ersetzt wird, welches in verschiedener Weise die ganze Medulla umspannen kann, ohne dabei aber eine Veränderung seiner inneren Structur zu zeigen. Wenn in diesem Balkenwerke zusammenhängendere Partien erscheinen, so sind diese meist von dem umgebenden Gewebe nicht scharf getrennt, verlieren sich oft allmälig in dasselbe, und jedenfalls liegt kein aprioristischer Grund vor, beide von einander zu trennen. Wenn auf diese Weise die graue Rückenmarkssubstanz auseinandergezogen wird, so folgt daraus, dass die Nervenendigungen, denen sie dient, durchaus nicht immer in der scheinbar directen geraden Fortsetzung der Hörner zu liegen brauchen, sondern dass solche in der ganzen Dicke der Medulla oblongata bis an deren äusserste Peripherie erscheinen können, ohne dabei ihre Bedeutung als Fortsetzungen der Rückenmarkshörner zu verlieren. Dass unter solchen Umständen der Verlauf eines Nervenstammes ein sehr modificirter, kaum zu enträthselnder werden muss, leuchtet ein.

Es stellt sich bei einer Untersuchung der einzelnen Fälle der sonderbare morphologisch interessante Umstand heraus, dass wenn eine Masse grauer Substanz, zu der ein Nerv gehört, von der Mittellinie weit entfernt resp. vielleicht an die äusserste Peripherie gerückt wird, dass dann der Nerv nicht direct auf dem nächsten Wege zu dieser Masse hinverläuft, sondern immer zuerst einen der Mittellinie zugekehrten Verlauf nimmt, und dann sich als Stamm umbiegt, um zu seiner Endpartie zu gelangen. Andeutungen einer solchen Umbiegung, eines solchen Knies sind an den meisten Nerven sichtbar, am Acessorius, Vagus, sogar der Abducens, der Acusticus zeigen sie, auch wohl der motorische Trigeminus, keiner aber schöner und evidenter wie der Facialis, welcher bei Thieren als blendend weisser Stamm bis zur Mittellinie geht, hier aber nicht, wie es bisher heisst, in einen gemeinschaftlichen Abducens- und Facialiskern endet, sondern als Stamm ein vollständiges Knie bildet, sich ganz nach hinten umbiegt. Für alle diese sonderbaren morphologischen interessanten Verschlingungen dürfte wohl erst die feinere Entwickelungsgeschichte einen bestimmten Schlüssel geben können. Sie seien hier einstweilen nur als Anhaltspunkte für die Verlaufsweise und deren Untersuchung angedeutet.

Es ergibt sich also daraus die praktische Regel, nicht zu erwarten, dass man mit einer bestimmten leicht zu findenden Schnittrichtung von der Stelle aus, wo ein Gehirnnerv frei aus der Masse heraustritt, seinen ganzen Verlauf blosslegen könne, sondern dass dies oft

bloss durch eine Reihe der verwickeltsten Schnittrichtungen gelingen wird. Allerdings ist dies nicht bei allen gleich schwierig. Um einen Ueberblick über den Verlauf der Nervenbahn bis zum grauen Kern zu bekommen, sind bekanntlich kaum welche geeigneter wie der Hypoglossus und besonders der Oculomotorius, deren Stamm der gewöhnlich gebräuchlichen senkrechten Schnittrichtung fast ganz folgt und nur durch die allgemeine Beugung der ganzen Medulla in der Nähe des Pons und des letzteren Nerven etwas verändert wird. Für die einzelnen übrigen Nerven werde ich die Schnittrichtungen im Verlauf angeben.

Nachdem ich so den Stamm der Nerven besprochen, habe ich die allgemeinen Principien, welche sich auf die erste Endigung derselben in grauen Massen beziehen, anzudeuten. Die bisherige Annahme sagt kurzweg, dass von den Stellen aus, wo die Gehirnnerven äusserlich an der Oberfläche erscheinen, sie im Innern der Medulla etc. bis an entsprechende graue Punkte verfolgt werden können, welche nicht unpassend als Nervenkerne bezeichnet worden sind. Nach meiner durchgeführten Anschauung sind diese sogenannten Nervenkerne den grauen Massen des Rückenmarks äquivalent, die nur durch die eigenthümlichen Veränderungen der Medulla oblongata in eigenthümlicher Weise zerklüftet und isolirt sind, und daher ein scheinbar selbstständiges Ansehen erhalten. Dieselben fallen durchgehends in den Bereich des Gerüstes, in welches die grauen Rückenmarksmassen zerfallen sind. Unter diesen Umständen ist es natürlich nur praktischer Bequemlichkeit halber gerechtfertigt, wenn man solchen Punkten eine besondere Bedeutung und einen besonderen Namen gibt, und man darf nicht vergessen, dass auch im Innern des Rückenmarks selbst, bekanntlich besonders deutlich in der Lendenanschwellung unterschiedene Gruppirungen von Ganglienzellen erscheinen, denen z. B. Schroeder van der Kolk in zu weit gehender Weise eine complicirte physiologische Bedeutung und anatomische Beziehung zugeschrieben hatte. Also ganz in derselben Weise kann man von der Medulla sagen, dass trotz aller Zerklüftung der grauen Substanz diese an einzelnen Stellen mehr zusammengehalten bleibt, und dass dieses gerade diejenigen Stellen sind, zu welchen die Nerven zunächst herantreten. So bleibt die Masse in der Nähe der Mittellinie um den Centralcanal herum und später am Boden des vierten Ventrikels und um den Aquaeductus Sylvii zusammenhängend, und erzeugt die sogenannten Kerne des Hypoglossus, Vagus, Accessorius, Glossopharyngeus, Abducens (etwas höher gelegen), Trochlearis und Oculomotorius. So bleibt die äusserste Peripherie des Hinter-

horns fast unverändert, und auch dessen Verbindung mit dem motorischen Kern der Mittellinie bleibt mehr diffus zusammenhängend und wird zum Ursprung der sensibeln Trigeminus-Wurzel, des Acusticus, und der sensibeln Portion des Vagus und Glossopharyngeus. So erscheinen endlich im Innern der zerklüfteten Substanz ganz entfernt gelegene zusammenhängende Massen, zu denen der motorische Trigeminus, der Facialis und die motorischen Portionen des Vagus und Accessorius hinziehen. Bei allen diesen Verhältnissen aber darf man nicht vergessen, dass diese conglobirten Massen bei weitem nicht immer scharf umschriebene Contouren besitzen, nicht von den benachbarten Gerüsten vollständig getrennt werden dürfen und es wohl bei allen diesen sogenannten Kernen zweifelhaft bleiben muss, ob der sogenannte Kern die ganze Masse des bestimmten Nerven aufnimmt und ob nicht vielmehr und wie weit die Nachbarschaft an solcher ersten Endigung participirt. Bei einzelnen Nerven ist dergleichen mit Sicherheit zu beweisen und bei andern entschieden nicht mit Sicherheit zu widerlegen, und ich glaube also, dass in dieser Weise der Begriff der Nervenkerne nicht so bestimmt und nicht so exclusiv genommen werden darf, wie es bisher meist geschieht.

Mit der allgemeinen Endigung der Nerven in einem ersten grauen Kern, analog der Endigung der Rückenmarkswurzeln in den vorderen oder hinteren Hörnern, ist nun natürlich nicht das Princip des Verhaltens der Nerven im Innern des Centralorgans beendet. Es müssen von diesen ersten grauen Endpunkten aus weitere centripetal leitende Bahnen gefunden werden in gleicher Weise wie die Rückenmarksnerven, d. h. die Stränge der weissen Substanz centripetal weiter geleitet werden. Es müssen endlich auch für diese Stränge weitere Veränderungen in der centripetalen Leitung gefunden werden. Auf diese Weise, aber auch nur auf diese wird es dann möglich, Beziehungen der sogenannten Gehirnnerven zum Pons, zur Olive, zum kleinen Gehirn etc. etc. zu finden, die ganz sicher existiren, aber nur durch Beziehungen centripetaler Leitungen höherer Ordnung ermittelt werden können. Es entsteht die Frage, sind directe centripetale Leitungswege für jeden Nerven zu finden und in unterschiedener Weise zweifellos hinzustellen? Dass sie existiren, ist an jedem einzelnen der zu beschreibenden Nervenkerne leicht wahrzunehmen, insofern die ganze Peripherie austretende Faserzüge ganz in derselben Weise erkennen lässt, wie eben solche die ganze Peripherie der Rückenmarksmassen umsäumen. Aber sind sie zu verfolgen, sind in den centripe-

talen Strängen höherer Ordnung diejenigen Massen immer wiederzuerkennen, welche eine bestimmte Nervenbahn repräsentiren? Ich antworte, in manchen Fällen sicher, in anderen nicht, aber auch in letzteren bleibt ihr Vorhandensein unzweifelhaft. Man vergegenwärtige sich die veränderten Verhältnisse, welche in der Medulla ein Theil der Rückenmarksstränge eingegangen ist, wie Hinterstränge und ein Theil der Seitenstränge nach einer intermediären Endigung als veränderte Bahnen sich erheben entweder als Pyramidenkreuzung oder als circuläre Fasern, während nur ein Theil der Seitenstränge und bis auf eine weitere Entfernung auch die Vorderstränge in unveränderter Weise weiter ziehen. Es kann nun keine Frage sein, dass die centripetalen Stränge derjenigen Nerven, welche als Fortsetzung der vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven erscheinen, sich nur als Fortsetzungen und Verstärkungen der resp. Vorder- und Seitenstränge darstellen können. So sieht man besonders deutlich den Hypoglossus und auch später den Trochlearis und Abducens die Vorderstränge vermehren. Aber ganz besonders deutlich wird das Verhältniss, wenn man solche centripetale Nervenbahnen an solchen Stellen untersuchen kann, wo die eigentlichen Vorderstränge schon eine mehr oder weniger vollständige Veränderung höherer Ordnung durchgemacht haben, also grösstentheils durch Massen sehr schmaler Nervenfasern ersetzt worden sind. Eine solche Stelle bietet in evidentester Weise der Ursprung des Oculomotorius und Trochlearis, bei deren Eintritt die Masse der Vorderstränge schon fast vollständig in der beschriebenen Weise verwandelt ist, und wo dann plötzlich wieder um die Peripherie des grauen Oculomotoriuskernes eine Masse breitester Fasern erscheint, welche die Bedeutung noch unveränderter erster centripetaler Leitungsbahnen besitzt. Schwerer schon und unter Umständen fast unmöglich wird eine solche sichere Entscheidung, wenn die sogenannten Kernmassen mehr im Bereiche der Seitenstränge liegen, und noch ungünstiger sind die Verhältnisse bei denjenigen Nervenbahnen, deren Aequivalente im Rückenmark den Hintersträngen zugehören würden. Aber im Wesentlichen bleibt das Resultat das, dass die centripetalen Züge der Cerebralnerven als Verstärkungen der ankommenden Rückenmarksstränge auftreten, innerhalb deren ihre Lagerungsstelle zwar nicht in allen Fällen sich bestimmt wird angeben lassen, deren Anwesenheit aber über alle Zweifel erhaben ist. Aber damit ist das Schicksal der Cerebralnerven, soweit es verlangt werden muss, nicht abgeschlossen. Auch die weiteren Veränderungen, die centripetalen Leitungen zweiter Ordnung müssen an den Cerebralnerven constatirt

werden. Diese setzen voraus, dass auch innerhalb der Medulla oblongata eine Verstärkung der Pyramiden und der circulären Fasern, wenn auch gering, so doch ununterbrochen stattfinde, sie setzen das Auftreten grauer Massen voraus, welche die Entstehung centripetaler Stränge zweiter Ordnung vermitteln, sie setzen eine Theilnahme an den Oliven und durch sie am kleinen Gehirn und an den Massen des Pons voraus. Es muss sich also an der centripetalen Leitung erster Ordnung eine allmälige Umwandlung constatiren lassen, es müssen die Kreuzungen im Innern des Pons allgemeine sein, und endlich beim Uebergang des Pedunculus cerebri in den Thalamus opticus müssen alle Nervenbahnen den Charakter einer Leitung erster Ordnung verloren haben.

Die wesentlichsten der in diesen Bemerkungen enthaltenen Postulate oder Möglichkeiten lassen sich schon jetzt stützen, für andere lassen sich wenigstens schon einige Anhaltspunkte gewinnen, im Allgemeinem verlangt aber die vollständige Lösung Resultate, die ohne Beihülfe der vergleichenden und pathologischen Anatomie und der klinischen Beobachtung nicht gewonnen werden können. Das höchste Ziel, die Bahn jedes Gehirnnerven in seinem eigensten grauen Ende und in seiner centripetalen Leitung verschiedener Ordnung, sowie seine Betheiligung an den verschiedenen Brücken vollkommen befriedigend festzustellen, wird eine unlösbare Aufgabe bleiben. Nur durch vereinte Bestrebungen aller hier möglichen Methoden wird es gelingen können, hier wenigstens für manche Fragen höhere Resultate als bisher zu gewinnen. Suchen wir, was sich schon jetzt für die einzelnen Nerven erreichen lässt.

a. Der Nervus hypoglossus.

Die centrale Bahn des Hypoglossus ist wohl von allen Gehirnnerven die am leichtesten zugängliche und daher in den bisherigen Angaben die am meisten berücksichtigte. Die grosse Aehnlichkeit desselben in dem centralen Verhalten mit den kurz vorher sich anschliessenden letzten Rückenmarksnerven, der Umstand ferner, dass bei seinem Auftreten die weiteren Umwandlungen des Rückenmarks in der Medulla erst beginnen, also das wirkliche Schema noch kaum verändert ist, machen in der That seine Untersuchung zur verhältnissmässig leichteren. Dazu kommt, dass sein centraler Wurzelverlauf ein kaum gewundener, fast gerader ist und dass sein centraler Kern sich fast unmittelbar als Fortsetzung der grauen Masse der

Rückenmarks-Vorderstränge darstellt, und was die Hauptsache ist, dass dieser Kern mehr wie andere gegen die Nachbarschaft sich abgrenzt, und ein mit blossem Auge nicht nur leicht erkennbares, sondern auch leicht vollständig zu übersehendes Ganze darstellt.

Die grosse Reihe der bisherigen Untersuchungen hat indess trotzdem in den meisten Punkten ein erschöpfendes Resultat nicht erzielt, so dass jeder weitere Beitrag willkommen sein muss.

Die Wurzelfäden des N. hypoglossus erscheinen bekanntlich im Bereich der Medulla oblongata in der Furche, welche beim Menschen die Pyramiden von den Oliven trennt, welche also die unmittelbare Forstetzung des Sulcus lateralis anterior darstellt, der im Rückenmark die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven hervortreten lässt. Bei Thieren würde die Bestimmung etwas anders lauten, da hier die grauen Massen der Olive bekanntlich neben der Mittellinie unter den gekreuzten Massen der Pyramiden liegen; die wirkliche Lage ist aber dieselbe. Genannte Wurzelfäden kann man als ununterbrochene Fortsetzungen der ersten Halsnerven auffassen, von deren Verhalten sich der Hypoglossus beim Thiere noch weniger wie beim Menschen unterscheidet. Als Grenzlinie würde man im Innern mit Recht den Querschnitt bezeichnen können, welchem keine austretende hintere Wurzel mehr entspricht, doch lässt sich, was die graue Masse angeht, im Innern die Unterscheidung noch genauer machen. Während sich so beim Menschen und den meisten Thieren allerdings eine scharfe hintere Abgrenzung schon durch ein solches mehr äusseres Merkmal darstellen lässt, verhält es es sich bei einigen Wiederkäuern anders, bei denen nach der bekannten Beobachtung Mayer's sich eine sensible Wurzel des Hypoglossus mit einem entsprechenden Knötchen (Ganglion Mayeri) erkennen lässt. Ein solches Verhalten wird, und nur deswegen muss ich dieses Umstandes hier Erwähnung thun, das mikroskopische Bild nicht principiell ändern, da, wie ich oben auseinandersetzte, die grauen Massen, welche sensible Nerven nach Aussen senden könnten, immer vorhanden bleiben, nur die ihnen angehörige Fasermasse das Rückenmark nicht gleich verlässt, sondern sich erst innerhalb desselben zu grösseren Stämmen ansammelt, um dann an anderen Stellen auszutreten. Es wird also das mikroskopische Bild im Principe nicht verändern, wenn diese Grenze eines wirklich austretenden Stammes einmal etwas weiter vor, ein anderes Mal etwas weiter zurück gerückt ist. Da also solche Fäden nur directe Fortsetzungen der sensibeln Bahnen des ersten Halsnerven sein würden und an derselben Stelle wie diese im Sulcus lateralis posterior

das Rückenmark verlassen würden, so ist die Frage nach einer sensibeln Wurzel des Hypoglossus eine solche, welche nicht der mikroskopischen Durchforschung des Markes, sondern der Präparation der ausgetretenen Nervenstämmchen angehören würde. Ich würde also unter allen Umständen die erwähnten Angaben hier nicht weiter verfolgen können. Der Hypoglossus ist uns aber nur die Fortsetzung der vorderen Wurzeln, das erste Glied des mittleren motorischen Systems, welches wir beim Beginn des verlängerten Markes unterscheiden können. So bestimmt auf diese Weise der Anfang des Hypoglossus jenseits des Rückenmarkes angenommen werden kann und so klar auch in seinen inneren Endigungsmassen eine bestimmte Unterscheidung von den grauen Massen des Rückenmarkes möglich wird, so wenig scharf und bestimmt kann man das vordere Ende desselben unterscheiden. Schon bei der mikroskopischen Untersuchung der Medulla oblongata erkennt man, dass die austretenden Hypoglossusfasern nicht immer gleich nahe dem Pons aufhören und also nicht ganz direct an das folgende Glied des mittleren motorischen Systems des Abducens stossen, und das ist beim Menschen noch deutlicher im Innern wie beim Thiere. Abstrahirt man von den äusserlich erkennbaren Grenzen, untersucht man nur fortlaufende Querschnitte, so sieht man, dass zwischen den obersten Hypoglossus- und den beginnenden Abducensfasern ein mehr oder weniger grosser Zwischenraum gelegen ist, der grösser wird, je mehr oder weniger die entsprechenden Bahnen einen gebogenen Verlauf haben, und der durch das sehr bestimmt charakteristische Aussehen des Abducens sehr scharf markirt wird. Mehr noch wie bei den Wurzelfasern macht sich die Unbestimmtheit der hinteren Grenze bei der grauen Masse geltend, welche als der Kern des Hypoglossus gilt, und welche nicht in ihrer ganzen Ausdehnung eine charakteristische Anordnung der Elemente besitzt. In der Nähe der Grenzen halte ich es aus diesem Grunde nicht für thunlich, an Querschnitten der ersten Anfangsfaserzüge die Hypoglossuswurzeln erkennen zu wollen, ein Querschnitt gestattet aber wohl an der oberen Grenze den sehr charakteristisch verlaufenden Abducens von allen vorhergegangenen Hypoglossusfasern zu unterscheiden. Noch mehr aber muss ich darauf aufmerksam machen, dass die graue Masse des ersten Hypoglossuskernes sich allerdings anfangs scharf markirt, aber sich später ganz allmälig in der grauen Masse verliert, welche bei ganz geöffnetem weiten Ventrikel eine gleichmässig ausgebreitete glatte Lage an dessen Boden bildet. Die Fasern des eintretenden Hypoglossus haben, wenn man Durchschnitte an den charakteristischen Stellen macht, einen so bestimmt geraden, auf

der Längsrichtung fast ganz senkrechten Verlauf, dass nichts leichter ist, als bei jedem beliebigen Durchschnitte besonders an Thiermedullen den ganzen Verlauf der Wurzel bis zu ihrem Kern zu erhalten. Auch innerhalb derselben Querschnittsebenen erkennt man besonders bei Thieren mit scharf umschriebenen Pyramiden und sehr regelmässigem Olivenkern, so besonders bei Kaninchen, einen fast linear geraden Verlauf, während bei Thieren mit unbestimmten Pyramidenumrissen und beim Menschen besonders durch die abweichend gelegenen Oliven der gerade Weg des Hypoglossus an manchen Stellen fast vollständig versperrt wird. Daher entsteht der gewundene Verlauf, in Folge dessen oft an einem sonst richtig gelegten Querschnitte mehrere isolirte Stücke des Hypoglossus zum Vorschein kommen, die dann, wie ich auseinandersetzte, den Lenhossek' und Schroeder'schen Pedunculus olivae wahrscheinlich erzeugt haben.

(Lücke.)

b. Die ersten Bahnen des mittleren, seitlichen Systems.

Nervus Accessorius Willisii.
N. Vagus.
N. Glossopharyngeus.

Es mag mir erlaubt sein, die Betrachtung dieser drei Nerven zu verbinden, weil sie mehr wie alle anderen Stämme derselben Richtung eine vollständig analoge Configuration erkennen lassen und eine scharfe anatomische Trennung in der That kaum zulassen. Wenn man eine solche doch versucht, so reicht es natürlich nicht aus, die äusserlich eintretenden Stämme abzugrenzen und so bestimmte Provinzen für jeden dieser Nerven auch innerlich zu trennen. Der Umstand, welcher solchen directen und einfachen Trennungsversuchen im Wege steht, ist kein anderer als der, dass auch diese drei Nerven im Innern des Markes längere Wege durchmachen, ehe sie an ihrem nächsten grauen Kerne ankommen. Ueber derartige innere Drehungen und Bahnen ist bisher, wenn auch die darauf bezüglichen Bilder nicht vollständig unbekannt bleiben konnten, nichts Zuverlässiges bekannt geworden, und es liegt darin zur grossen Hauptsache der Grund, weshalb die genannten Nerven bisher nicht verstanden wurden. Also die erste Endigungsstelle der genannten Nerven liegt nur zu einem kleinen Theile mit der eintretenden Wurzel in einer Ebene, zum andern aber an entfernt gelegenen Stellen, zu welchen der Stamm

erst durch complicirte Drehungen gelangen kann und welche daher erst durch sehr verwickelte Versuche und Schnittrichtungen sichtbar gemacht werden können. So will ich also gleich anführen, dass mit den bisher bekannten grauen Massen, die man als Accessorius-, Vagus- und Glossopharyngeuskern bezeichnet, dass damit, wenn sie überhaupt die ihnen zugeschriebene Bedeutung haben, nur ein sehr kleiner Theil der wirklichen Endapparate dieser Nerven erkannt ist. Dass es sich complicirter verhalten muss, hat zum Theil schon Lenhossek eingesehen, wenn er von sensibeln und motorischen Provinzen der beiden letztgenannten Nerven spricht, und wenn er ferner eine Reihe von nebeneinander gelegenen austretenden Stämmen zeichnet. Doch enthalten seine Angaben abgesehen von diesen ersten leicht zu erhaltenden Andeutungen kaum verwerthbares Material.

Mehr oder weniger tief in dem Rückenmark des Halses herab sieht man plötzlich neben resp. zwischen den beiden Colonnen oder Wurzeln ein drittes System von Fasern herauskommen, neben dem die beiden anderen scheinbar unverändert weiter fortbestehen. Es entsteht dadurch zur Seite des Rückenmarkes eine dritte sehr schwach markirte Furche, ein Sulcus lateralis medius, der auch im Bereich der Medulla oblongata kaum schärfer markirt wird, und oft wenn die herausgerissenen Nervenstämme entfernt sind, kaum mehr bestimmt erkennbar bleibt. Diese Furche besteht unabhängig von den Oliven und findet auch nicht immer gerade durch sie ihre Begrenzung, daher es nicht ganz genau ist, wenn man Vagus und Glossopharyngeus etc. kurzweg zwischen Oliven und Corpus restiforme hervorkommen lässt, ganz abgesehen davon, dass der Name eines Corpus restiforme kaum einem scharfen Begriffe entspricht. Lenhossek sah beim Ochsen den ersten Anfang einer solchen seitlichen Nervenbahn unten in der Lendengegend, eine mir nicht verständliche Angabe. Ich kann mir kaum denken, dass er hier einen dicken Bindegewebswulst, der auf der Pia mater längs der ganzen Seite herabtritt, mit solchem Nervenbündel sollte verwechselt haben. Auf dem mikroskopischen Durchschnitt kann er kaum etwas anderes dort gesehen haben. Ich halte einen Irrthum noch aus dem Grunde für möglich, weil Lenhossek den Accessorius aus der grauen Masse der Substantia reticularis entspringen lässt und allerdings auch im Bereich des Dorsalmarkes eine solche Auftreibung, ein solches seitliches Nebenhorn zu erkennen ist, was aber höher nach oben wieder verschwindet und an der Halsanschwellung kaum mehr bemerkt wird. Das Auftreten dieses seitlichen Systemes wird man, wenn man die gesammten

inneren Verhältnisse berücksichtigt, kaum als etwas völlig Neues, dem Rückenmarksschema ganz und gar Fremdes auffassen dürfen. Die inneren grauen Massen, zu denen der Stamm herangeht, sind der Hauptsache nach und in ihrem ersten Anfange kaum unterschiedene Theile der übrigen grauen Massen der Vorderhörner, und der einzige Unterschied liegt also morphologisch nur darin, dass ein oder mehrere solche Bündel nicht gerade nach oben oder nach unten ziehend die Medulla verlassen, sondern, einen einfachen nach unten gekehrten Bogen beschreibend, von der übrigen Bündelmasse entfernt seitlich heraustreten. Es ist aber ebenso ungerechtfertigt, wenn man mit Lenhossek das seitliche Erscheinen dieser Massen besonders bei den späteren Nerven durchaus mit der seitlichen Verschiebung der Hinterhörner, mit der Oeffnung des Centralcanals und mit einer Verschmelzung der seitlichen neben einander gelegenen Colonnen in Verbindung bringt, wenn also in dem seitlichen Systeme höherer Grade ohne Weiteres das volle Aequivalent der hinteren Wurzeln gesehen wird. Das ist nicht richtig. Der erste Anfang des Auftretens eines solchen seitlich austretenden Faserzuges, also kurz ausgedrückt der erste Anfang des Nervus accessorius Willisii, fällt allerdings so weit ich sehe zusammen mit der ersten Bildung des Balkengerüstes, dessen ich als Regio reticularis oben gedacht habe. Von hier sieht man auf fortlaufenden Durchschnitten bis zur Höhe des Acusticus und Facialis ununterbrochen Faserzüge seitlich austreten, die entweder als einfache oder sparsame Bündel in derselben Richtung, oder von verschiedener Richtung kommend in zahlreichen Bündeln aus der Masse des Markes heraustreten. Die Bahn, welche die auf diese Weise austretenden Züge beschreiben, liegt nicht vollständig in der gerade auf die Längsrichtung senkrechten Ebene, wenigstens meist nicht vollständig. Daher kommt es, dass ein Schnitt, welcher den gleich daneben hervortretenden Hypoglossus in seiner ganzen Länge blosslegt, das Vagus- resp. Accessorius-Bündel entweder gar nicht oder nur unvollständig zur Anschauung bringt, und dass daher oft genug auf lange Strecken hin das seitliche System gänzlich zu fehlen scheint. Meist muss die Schnittrichtung schief in einem etwas spitzen Winkel zur Längsdurchschnittsebene des Markes gelegt werden, um den seitlichen Stamm in seiner ganzen Länge zur Anschauung zu bringen. Unter den genannten Bahnen kann man nun fast immer gewisse Stränge unterscheiden, welche in mehr directer Richtung zu den zusammenhängenden Massen neben der Mittellinie verlaufen und hier unterhalb des sogenannten Hypoglossuskernes als sogenannter Vagus-

resp. Accessoriuskern erscheinen. Dieser wird meist als der wirkliche und einzige Endpunkt solcher Massen angesehen, eine Annahme, deren theilweise Unvollständigkeit schon in den Lenhossek'schen Angaben ausgesprochen liegt. Das seitliche System ist in seiner Anlage, wie Lenhossek durchaus richtig angibt, ein gemischtes, es müssen sensible und motorische Beziehungen in ihm angenommen werden. Abgesehen vielleicht von dem Accessorius verlangt der physiologische und anatomische Nachweis sensible wie motorische Wurzeln für Vagus wie für Glossopharyngeus, eine Aufgabe, deren genauere Lösung noch kaum versucht worden ist, so sehr deren Wichtigkeit einleuchten muss. Dieser eine Stamm, als der er in den meisten bisherigen Beschreibungen allein erscheint und welcher sich direct zu dem sogenannten Vaguskern begibt, enthält aber, das will ich gleich hier hinzufügen, noch nicht einmal die motorische Portion vollständig.

Ich glaube in diesen verwickelten Verhältnissen am anschaulichsten zu sein, wenn ich in der Beschreibung des seitlichen Systems von seinem ersten Beginn aufsteige, und dann im Verlaufe die Trennung der in demselben eingeschlossenen Nerven versuche.

Ich sagte schon, dass ich den ersten Anfang des seitlichen Systems, also die ersten austretenden Bündel des Nervus accessorius in der Gegend sehe, wo der Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn zuerst die reticulären Ausstrahlungen grauer Masse in die Seitenstränge zeigt, die dann später in reichlicherer Ausdehnung die Regio reticularis zusammensetzen. In diese tritt der Stamm des Accessorius hinein, und hier enthält diese Masse oft einen dichten Haufen eigenthümlich geformter kleinerer, oft auch an Imbibitionspräparaten durch die Art der Färbung ausgezeichneter Zellen, welche dem Stamm des Accessorius dicht anliegen können. Diese sind es, welche von Clarke und Lenhossek schon als der Anfang dieses Kernes aufgefasst wurden, wie denn diese Autoren überhaupt die Ganglienmasse der Regio reticularis mit dem Vagus- etc. Kern für übereinstimmend halten, und von ihm den Accessorius ausgehen lassen. Ich muss nach meinen Beobachtungen diese Angaben für irrthümlich und jedenfalls für jeden Beweises entbehrend halten. Der Accessorius geht an diesen Kernen, welche der Regio reticularis eigenthümlich sind, nur vorbei, wie es deutlich ist, wenn man bei richtiger Schnittrichtung den Accessorius in ganzer Länge blosslegt, er geht selbst dann vorbei, wenn er diese Knoten durchbohrt, wo er, ohne an Masse zu verlieren, an dem anderen Ende herauskommt. In dieser Höhe kann man noch mit Bestimmtheit sagen, dass die austretenden Stämme

nur einerlei Fasern enthalten, dass noch keine Spur einer Betheiligung der Hinterhörner, keine Spur einer wirklich so zu nennenden hinteren Wurzel des seitlichen Systems vorliegt. In den ersten Anfängen ist das seitliche System also ungemischt und der Stamm erscheint nur als eine seitliche Abzweigung der zu dem motorischen Horn gehörigen Nervenwurzeln. Dieser Stamm tritt nun einfach oder mehrfach durch die sich im weiteren Verlauf immer mehr entwickelnde Substantia reticularis hindurch, in die echte zum Theil auch schon durchbrochene graue Substanz hinein, um aber hier nicht sogleich und direct an eine bestimmte Zellenmasse heranzutreten, sondern um sich unter fast rechtem Winkel nach oben umzubiegen und hier in den Zellen des Vorderhorns sein Ende zu finden. Der Bogen, welchen der Stamm an dieser Stelle macht, ist meist ein complicirter, der Art, dass der Stamm erst eine Strecke weit im Innern der grauen Substanz einfach in der Längsrichtung weiter zieht. Dann entsteht das Bild, welches ich in Fig. 13 abgebildet habe. Inmitten der Faserzüge der Substantia reticularis, deren Natur ich eben auseinandersetzte, erscheinen im frappanten Gegensatze Durchschnittsbündel der sich umbiegenden Accessoriusstämme mit ganz unverändert breitestem Charakter. In diesem Bilde liegt zunächst der Beweis, dass es sich hier noch um unveränderte motorische Bahnen handelt, ferner der Beweis, dass die Fasern eine Breite besitzen, welche sehr grosse Zellen voraussetzt, und bei denen daher von vornherein ein Zusammenhang mit den sehr kleinen Zellen der Reticularbalken höchst unwahrscheinlich ist. Ich darf also sagen, dass ich keine Andeutung einer solchen Beziehung positiv gesehen habe, im Gegentheil, dass also ein einfaches Vorbeiziehen oder Durchbohren sich in fast allen Fällen evident beweisen lässt. Der erste Anfang des Accessorius liegt demnach in einer Gegend, wo sich das sonstige Schema des Rückenmarks noch wenig verändert hat. Das Vorderhorn fängt erst in seiner äusseren Peripherie an, balkenförmige Ausstrahlungen zu zeigen, aber je höher man den Durchschnitt macht, desto mehr tritt an seine Stelle das reticuläre Gerüst. In der mittleren Gegend um den Centralcanal herum sieht man anfangs noch keine Spur der abgegrenzten Kerne, die oben als Hypoglossus- und unten als Accessorius-Kern bezeichnet werden. Das Hinterhorn ist besonders bei Thieren etwas massiger geworden, etwas mehr auf die Seite gerückt, und die Hinterstränge sieht man wohl schon deutlich durch einen Bindegewebszug der innersten Partien als Goll'sche Stränge abgegrenzt werden (Fig. 13).

Aus dem bisher geschilderten Verhalten folgt unweigerlich, dass

die ersten Anfänge des Accessorius zu dem später Accessoriuskern genannten Kern in keinem Verhältniss stehen, und der genaue Verfolg der Wurzelstämme lehrt deutlich, dass sich die Fasern dieser Züge geradezu nach oben wenden und hier zu dem äussersten Kern der Vorderhörner begeben. Sie verhalten sich also abgesehen von der Richtung ganz vollständig wie ein Bündel der Vorderstränge. Ich habe zuweilen den Eindruck gehabt, als wenn Faserzüge des unveränderten Accessorius quer durch die ganze graue Masse über die vordere Commissur herüber in das graue Horn der anderen Seite zögen, besonders bei kleinen Thieren, wo leichter ein ganzer Stamm auf solcher Länge zugänglich ist. Doch darf ich die Beobachtung nicht ganz zweifellos hinstellen; die Faserzüge, welche hier bald zur Pyramidenbildung herübertreten, schliessen für die zweifellose Beobachtung zu viele Fehlerquellen in sich. — Auch hier noch und bis sehr weit nach oben hin bin ich nicht im Stande irgend einen Zuzug von Seiten der sensitiven Provinzen, also der Hinterhörner zu constatiren. Rückt man nun in der fortlaufenden Durchschnittsreihe weiter nach oben, so erhält man zunächst das Bild wie in Fig. 13, Taf. IV. Ich denke mir die Stelle, an der man das Ende des ersten Halsnerven sehen kann. Sie ist interessant durch das erste Auftreten der beiden durch Zellenform und Anordnung differenzirten Kerne, welche um den Centralcanal gelegen sind, und von denen der untere durch die langgestreckte Zellenform ausgezeichnete schlechtweg als Accessoriuskern bezeichnet zu werden pflegt. Während dieser Entwickelung sieht man, ist die Form des vorderen Hornes noch unverändert erkennbar.

(Grosse Lücke.)

c. Der Nervus acusticus.

Die centrale Bahn des Gehörnerven hat bisher die allerverschiedensten Deutungen erfahren, die allerdings in den zum Theil sehr sonderbaren und eigenthümlich versteckten Lagerungsverhältnissen desselben vollständig ihre Erklärung finden. Die gröbere Anatomie lehrt, dass man den Acusticus als einen mehr weichen zerreisslichen Stamm in dem Winkel herauskommen sieht, welcher vom kleinen Gehirn und seinen Crura einerseits, von der sich erhebenden Ponsmasse und der scheinbar unter einem Winkel darin übergehenden

Masse des verlängerten Markes andererseits gebildet wird. Sie lehrt ferner, dass man von dieser Stelle aus die grösste Masse des Stammes sich nach unten umbiegen sieht, um am Boden des vierten Ventrikels in den bekannten Striae acusticae auszustrahlen. Letzteres sind weisse Streifen, die von dem Crus cerebelli ad medullam oblongatam ausgehen und sich dann entweder direct gegen die Mittellinie oder schräg nach oben und unten wenden. Eine aufmerksame Untersuchung ergibt sogar Bündel, die gar nicht die Richtung nach der Mittellinie nehmen, sondern von vornherein um den Stamm der Crura cerebelli sich herumbiegen und sich nach oben und vorn wenden. Die gröbere Anatomie lehrt nun ferner, dass die Masse dieser Striae transversae der ganzen Masse des Stammes des Acusticus nicht entspricht, sie lehrt, dass ihre Ausbildung bei verschiedenen Individuen ebenso wie ihre Richtung eine sehr ungleichmässige ist, sie lehrt, dass dieselbe bei Thieren sehr viel schwächer ausgebildet ist — Grund genug, um in diesen Massen nur einen Theil des weiteren Acusticus-Verlaufes zu sehen. Man ist daher an Ort und Stelle des Acusticus-Austritts auf die mikroskopische Verfolgung angewiesen. Diese hat sich denn bisher fast nur den nächst gelegenen Stellen zugewendet, auf welche man gelangt, wenn man von dem austretenden Acusticus aus seine Massen in das Innere zu verfolgen versucht; die genannten Striae sind in auffallender Weise vernachlässigt worden.

Die Stelle nun, an welcher hier der Acusticus eintritt, ist keine andere als der Stamm des Crus cerebelli, der begreiflicherweise von der Masse, welche sich nicht einfach nach unten, dem vierten Ventrikel zu umbiegt, durchbohrt werden muss, mit anderen Worten, in welche sich der Stamm des Acusticus zunächst und zum grössten Theile einzusenken scheint.

Dieses der ersten Beobachtung sich darbietende rein mikroskopische Verhältniss musste eine Reihe von schwer zu umgehenden Fehlerquellen in sich schliessen. Dieselben liegen nicht nur in der unmittelbaren Nähe von Theilen, welche zum kleinen Gehirn gehören, als vielmehr in dem Umstande, dass auch die Crura cerebelli an der Stelle, wo sie mit der Medulla zusammenhängen, graue Massen in sich schliessen und zwar in der nächsten Nähe der eintretenden Acusticusfasern, die daher leicht als Ursprung derselben genommen werden können und genommen worden sind.

In dem genannten Verhältnisse liegt es also z. B. begründet, wenn von einer Beziehung des Acusticus zum kleinen Gehirn, speciell zur Flocke gesprochen wird, und wenn man andererseits seinen Ur-

sprung in den sehr auffallenden riesenhaften Ganglienzellen sucht, welche fast dicht unter seinem Eintritt in der Verbindungsstelle zwischen Crus cerebelli und verlängertem Mark gelegen sind (Taf. V, Fig. 14, Cr. c.). Es ist um so mehr nothwendig, die genannten Angaben zu berichtigen, weil die beschriebenen Endigungsweisen sehr eigenthümliche theoretische Folgerungen nach sich ziehen mussten und nach sich gezogen haben. Ich meine darunter zunächst den Ursprung eines Nerven vom kleinen Gehirn, dann aber die Zugehörigkeit so enormer Ganglienzellen zu einem sensibeln Nerven u. s. w.

Wenn ich aus meinen eigenen Beobachtungen einen Schluss ziehe, so fallen diese Schwierigkeiten vollständig weg und es ergibt sich, wie von vornherein vorauszusehen war, ein vollständig einfaches, dem Rückenmarksschema nicht im mindesten fremdes Bild, welches allerdings versteckter liegt, wie bei den übrigen Nerven, und daher nicht eben leicht zu finden ist, auch sehr leicht unbequemen Verwechselungen unterworfen sein kann. Man wird nicht einwenden, dass der Acusticus als einer der höchsten Sinnesnerven analog dem Opticus einen exceptionellen Ursprung voraussetze. Dem kann ich nur entgegen halten, dass, soviel ich weiss (genaue histologische Angaben fehlen natürlich), die Entwickelungsgeschichte eine Analogie des Cerebralursprungs des Acusticus mit dem des Opticus nicht annehmen darf, ferner, dass ja auf jeden Fall dann eine Analogie mit dem Geschmacksnerven ebenso gerechtfertigt wäre, der ja, wie verhältnissmässig leicht zu erweisen ist, dem Rückenmarksschema folgt, endlich, was die Hauptsache, dass vielleicht selbst der Opticus sich nicht soweit vom Schema des Rückenmarks entfernt, als es auf den ersten Blick scheinen könnte.

Um ein bestimmtes Bild des Acusticus und zugleich das Schema zu gewinnen, gehe man von den letzten Bahnen des seitlichen Systems aus, man beachte den Verlauf des Glossopharyngeus und die letzten Bahnen des Vagus und überzeuge sich, wie hier immer ein oder mehrere Hauptbündel in scharfer bestimmter Richtung meist vor dem Hinterhorn gerade herab in der Richtung zur Mittellinie verlaufen, um sich hier zum Theil in den speciell sogenannten Vagus- resp. Glossopharyngeuskern zu begeben, zum andern Theil an einer höher gelegenen Stelle ihr Ende zu finden, dass aber eine zweite, oft viel stärkere Partie sich nach unten im Bogen wendet, es ist die sensible Wurzel, sich dann umbiegt und entweder in derselben oder in einer entfernteren Ebene zu den sensibeln Ursprungsgegenden aufsteigt. Man präge sich das Princip dieses Bildes klar ein und gehe dann zu-

nächst bei Thieren, nicht beim Menschen, in den fortschreitenden Durchschnitten weiter nach vorn, so wird man in der Höhe des Facialis und Acusticus die Hauptsache gar nicht verändert finden. Die ganze Stelle des seitlichen Systems nehmen Facialis und Acusticus ein, und der einzige Unterschied liegt darin, dass die beiden Portionen, welche an den vorhergegangenen Stellen des seitlichen Systems verbunden bleiben und die beiden Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus darstellen, dass diese hier nach dem Austritt aus dem Mark getrennt verlaufen. Bei dieser Auffassung erhält es eine vollständige morphologische Berechtigung, wenn die frühere Anatomie die genannten beiden Nerven verband und sie als portio dura und mollis paris septimi bezeichnete. Die genauere Verfolgung der inneren Verhältnisse lehrt, dass der Acusticus sich ganz an die sensible, der Facialis wenigstens zum Theil an die motorische Portion des Vagus und Glossopharyngeus anreiht.

In diesem Verhältniss des Acusticus als Theilglied in der Reihe des seitlichen Systems liegt der Schlüssel zu seinem Verständniss, welches dann ein verhältnissmässig leichtes wird. Zur Untersuchung desselben gehe man durchaus von Säugethieren aus, weil hier die unteren sich mit unter den vierten Ventrikel biegenden Bahnen gar nicht oder sehr schwach entwickelt sind, und daher das Bild ein einfacheres bleibt. Die Schnittrichtungen, welche hier das wahre Verhalten erläutern, dürfen sich nicht bloss auf den einfachen Querschnitt beschränken, sondern müssen auch schiefe, dem Verlauf der durchbohrenden Fasern sich anschliessende sein. Längs- und Flächenschnitte nützen hier begreiflicher Weise sehr wenig. Was ferner zum Verständniss des Acusticus unumgänglich nothwendig ist, ist ein genaues Beachten der ganzen seinem Ursprung anliegenden ausserordentlich complicirten Gegend, der Stämme der Crura cerebelli und des weiteren inneren Verlaufes der hier zusammenkommenden Faserzüge. Ich werde daher hier in mancher Beziehung etwas vorgreifen müssen. Die Stelle, wo man neben der Medulla oblongata den Nervus acusticus als einen einfachen Stamm herauskommen sieht, liegt mehr oder weniger deutlich gerade in der Höhe des Stammes der Crura cerebelli, also nach oben gerade an den Pons resp. die Crura cerebelli ad pontem stossend, nach der Seite schon von Theilen des kleinen Gehirns, der Flocke, begrenzt, nach hinten die Fortsetzung des Glossopharyngeus bildend, wenn auch natürlich von diesem äusserlich scharf und auch durch einen kleinen Zwischenraum geschieden. Der scheinbar zusammenhängende Stamm breitet sich nun bald nach

unten etwas in die Fläche aus und dringt dann in sehr verschiedenen Bündeln in die Gegend seines ersten Endpunktes. Ein grosser Theil desselben, aber nicht der ganze, nicht einmal der grösste, geht vor dem Crus cerebelli ad medullam oblongatam nach unten, schlägt sich um dieses herum und erreicht dann den Boden der vierten Hirnhöhle (Fig. 14, Ac., Cr. c.). Während dieses Herumschlagens ist er mit den anliegenden Theilen ganz fest verbunden, besonders bei Thieren innig verwachsen, so dass eigentlich hier schon von einem centralen Verlauf gesprochen werden darf. Ein anderer Theil des Acusticus dagegen tritt sogleich in das Innere der Medulla, er durchsetzt das Crus cerebelli, um dann auf kürzerem Wege zu seinem Endpunkte zu gelangen. Die genannten beiden Portionen, auf welche sich der ganze Acusticus-Ursprung reducirt, und neben denen es keine gibt, welche zum kleinen Gehirn oder zum Pons treten, erscheinen, je nach dem man die Schnittrichtung legt, mehr oder weniger von einander gesondert. Legt man aber die Schnittrichtung etwas schräg, so sieht man wie es eine fast ununterbrochene Reihe einzelner Bündel ist, in denen der Acusticus das Crus cerebelli durchsetzt, und die sich dann zuletzt am Boden direct an die Portion anschliessen, welche schon jenseits des Crus cerebelli und daher frei am Boden der vierten Hirnhöhle gelegen ist. Die erste der beiden Portionen nun, welche sich vor dem Crus cerebelli hereinschlägt, ist es, welche beim Menschen von hier aus bis zur Mittellinie nach oben und unten etwas divergirend ausstrahlt. Die Enden dieser Striae acusticae biegen dagegen, wie ich sogleich näher ausführen will, immer früher oder später nach innen um, und finden ihr Ende entweder diesseits oder jenseits der Mittellinie ganz den übrigen analog. Die grosse Mehrzahl aber, bei Thieren fast alle, biegen schon viel früher unter fast rechtem Winkel um, um zu den sensibeln Regionen der grauen Masse zu gelangen.

(Lücke.)

XII.

DIE CRURA CEREBELLI.

Die Crura cerebelli haben noch nicht die Beachtung gefunden, welche sie augenscheinlich a priori verdienen. Sie müssen den Schlüssel für die ganze Beziehung des kleinen Gehirns zu benachbarten Theilen enthalten. Ihre Kenntniss wird zu gleicher Zeit für diejenigen Theile direct aufklärend wirken, in welchen sie sich verzweigen und wo sie dann als scheinbar fremde Massen erscheinen. Anders wird man freilich über diese Verhältnisse denken können, wenn man in den niedersten Wirbelthierformen das kleine Gehirn auf eine schmale Brücke reducirt findet, welche jederseits durch einen einfachen Brückenarm an der Medulla hängt, und zwar an einer Medulla, die nur sehr wenig zu einem Bulbus rachiticus verdickt ist. Aber alle diese Verhältnisse deuten auf eine innigste Beziehung des kleinen Gehirns zur Medulla oblongata, über welche natürlich diejenigen Theile zunächst Aufschluss geben müssen, welche die Verbindung vermitteln, und das sind nun keine anderen als die Crura cerebelli.

Als Crura oder Pedunculi cerebelli bezeichnen wir die massigen Schenkel, welche vom kleinen Gehirn her in den Bulbus sich erstrecken, oder anschaulicher ausgedrückt, an welchen das kleine Gehirn hängt. Löst man das kleine Gehirn aus seiner Verbindung ab, so erkennt man diese Brücke beiderseits als einen zusammenhängenden soliden Stamm, der Fasermassen der verschiedensten Richtung in einer abgesehen von dem Faserverlauf keine Sonderung zeigenden

Masse enthält. Dieser Stamm, der, dicht am kleinen Gehirn getrennt, einen mehr oder minder rundlichen Querschnitt zeigt, verliert sich nach allen Richtungen in abgehenden Massen, deren Fasern zum kleinen Gehirn resp. von ihm her geführt werden. Von aussen und unten herabgehend sieht man die massenhaften Faserzüge zu Ende der Medulla oblongata diese von beiden Seiten her überziehen, es sind die sogenannten Crura cerebelli ad pontem. Nach hinten ziehen sich Wülste hin anfangs ganz in der Richtung der ankommenden und auseinander gewichenen Hinterstränge des Rückenmarks; diese bilden mit der Masse, welche von dem Stamm aus in mehr gerader Richtung in die Medulla sich einsenken, auch wohl etwas nach innen gewendet sind, die Crura cerebelli ad medullam oblongatam. Ein dritter Wulst endlich zieht nach vorn unten und innen, von beiden Seiten etwas convergirend gegen den hintern Vierhügel hin, von beiden Seiten durch die häutige Ausbreitung des Velum medullare anterius verbunden: die Crura cerebelli ad corpora quadrigemina.

Schon der erste Einblick in die grob anatomischen Verhältnisse lehrt hier, dass diese drei Schenkel nach ganz verschiedenen Gegenden hin ihre Faserzüge aussenden resp. von dort beziehen, und so die verschiedenartigsten Theile mit dem kleinen Gehirne in Verbindung setzen. Berücksichtigt man nun die so auffallend gleichmässige Anordnung des kleinen Gehirns, dessen Ausdehnung bei verschiedenen Thieren variirt und vergrössert werden kann, ohne dass diese Crura respective die mit ihnen verbundenen Gegenden alle eine entsprechend vermehrte Ausbildung zu zeigen brauchen, so ergibt sich als erste Aufgabe nicht bloss die genaue Verfolgung der Fasermassen dieser Crura nach ihren verschiedenen Gegenden hin, sondern auch die Auffindung eines für die mannigfachen Richtungen gemeinsamen Princips, einer innern Zusammengehörigkeit der verschiedenen Systeme. Der vergleichende Befund unterstützt hier a priori die Schlüsse, welche die ausserordentlich gleichmässige Construction des kleinen Gehirns an die Hand gibt.

Wenn wir bei den Batrachiern das kleine Gehirn auf eine schmale Brücke, das Aequivalent der Crura cerebelli auf ganz schmale Brückennerven reducirt sehen, mit dem der Brückenbogen an der Medulla hängt, so folgt daraus auch für die massenhaften Crura cerebelli der Säugethiere trotz aller scheinbaren Complicationen mit grosser Wahrscheinlichkeit, mit einer Wahrscheinlichkeit, über die sich eine vergleichende Forschung natürlich überhaupt nicht erheben kann, ein relativ einfaches Princip, das eben nur gefunden zu werden braucht. —

Ich glaube dies darin gefunden zu haben resp. beweisen zu können, dass den Fasermassen eine der Art verschiedene Richtung zukommt, dass man zum kleinen Gehirn hinführende, d. h. die Medulla, den Bulbus und das kleine Gehirn verbindende Züge unterscheidet, und vom kleinen Gehirn herkommende, d. h. das kleine Gehirn mit dem grossen Gehirn verbindende Massen. Diese Idee, die ich schon angab, ist natürlich nicht ganz neu, wenn sie auch wohl mit Bestimmtheit nicht ausgesprochen ist (vergleiche Kölliker). Ist sie aber richtig, so wird das kleine Gehirn zu einer Brücke zwischen gewissen Massen der ankommenden Medulla oblongata und dem grossen Gehirn, welcher der ausserordentlichen Complication der inneren Apparate, der ausserordentlichen Verbreiterung des Strombettes wegen unzweifelhaft eine eigene Function zukommt, die aber trotzdem nur ein Glied in dem grossen Leitungsapparate, einen abgeleiteten Stromarm zwischen den centripetalen Nerven resp. Medullamassen und dem grossen Gehirn darstellt.

Es ist klar, wenn die genannte oder eine ähnliche Theorie einen Theil des Wesens des kleinen Gehirns in sich schliesst, so reicht zum Beweise die alleinige Untersuchung der Anordnung des kleinen Gehirns nicht aus. Es reicht nicht aus, wenn man in Nervenfäden, die mit den Zellen des kleinen Gehirns verbunden sind, ankommende und abgehende Fasern vermuthet. Kölliker hat eine solche Vermuthung mit anerkennenswerther Vorsicht aufgestellt, ohne aber die geringste Andeutung einer innern Wahrscheinlichkeit für solche beibringen zu können. Eine solche Ansicht könnte nicht zur begründeten, annähernd sicheren Hypothese erhoben werden, wenn nicht der weitere Verlauf der mit dem kleinen Gehirn verbundenen Fasermassen mit einiger Sicherheit festzustellen wäre. Der Complex sämmtlicher Faserzüge aber, durch welche das kleine Gehirn mit anderen Apparaten zusammenhängt, liegt eben nur in den Crura cerebelli.

Betrachten wir zunächst die Massen, welche als Crura cerebelli ad medullam oblongatam bezeichnet werden, so ist deren Definition schwer, weil sie bei der genaueren Untersuchung sich als Bündel von sehr verschiedener Richtung ergeben. Da die anderen Richtungen viel bestimmter sind, so kann man sie am besten definiren als Fasermassen, welche nicht senkrecht nach oben als Crura cerebelli ad pontem ziehen und nicht direct nach vorn gehend als Crura cerebelli ad corpora quadrigemina erscheinen.

Gleich hinter dem sich umbiegenden Nervus acusticus sieht man an der Medulla oblongata den zum kleinen Gehirn führenden Strang hängen.

Es sind zunächst die äussersten und zurückgelegensten Bahnen, welche als Verbindungen mit der Medulla oblongata aufzufassen sind; wir werden sogleich auch noch die innersten, dem Tuberculum cinereum zunächst gelegenen Massen kennen lernen, und können sagen, dass diese Bahnen rings um die aufsteigenden Bündel des Crus cerebelli ad pontem liegen, welches seinerseits wieder nach vorn gegen die Crura ad corpora quadrigemina stösst.

Die Hauptmasse des Crus cerebelli ad medullam oblongatam scheint auf den ersten Blick sich nach hinten zu wenden und für das blosse Auge in den Strang überzugehen, welcher die Fortsetzung der Hinterstränge des Rückenmarks ausmacht, welcher durch die Oeffnung der vierten Hirnhöhle so weit nach aussen gerückt ist und daher den äussersten Wall um den vierten Ventrikel bildet. Diesem mehr äusseren Augenscheine sind die meisten Beobachter gefolgt und kleine Abweichungen abgerechnet wird die Hauptmasse der genannten Crura sehlechthin mit den fortgesetzten Hintersträngen identificirt; die Hinterstränge des Rückenmarks würden danach kurzweg in das kleine Gehirn einmünden.

Ich habe schon früher ausgeführt, dass die Untersucher, welche diese Ansicht vertreten haben, durch den äusseren makroskopischen Augenschein grösstentheils getäuscht worden sind. Es sind nicht die Hinterstränge des Rückenmarks, welche sich durch die Crura cerebelli in das kleine Gehirn einsenken. Die Anatomie kann auch hier den directen Beweis führen dass kein Strang des Rückenmarks, also keine Bahn der ersten Ordnung direct ohne weitere Veränderung, ohne eine intermediäre Endigung sich in ein derartig centrales Organ inserire, ebenso wenig wie es Faserzüge gibt, welche ohne weitere Vermittelung zum grossen Gehirn aufsteigen. Stilling ist hier ganz besonders getäuscht worden. An der Stelle, wo das Crus cerebelli mit der Medulla zusammenhängt, sind Hinterstränge, wie ich oben ausführte, kaum mehr vorhanden, sie sind successive, nachdem sie höchst wahrscheinlich in den Ganglia postpyramidalia eine intermediäre Endigung gefunden, als Circularfasern oder als Pyramidalfasern aufgestiegen, während ihre Stelle zuerst von den grauen Kernen der genannten Ganglien ausgefüllt wurde. Ihre Stelle aber als äusserster Wall des vierten Ventrikels ist allmälig von ganz anderen Faserzügen ausgefüllt worden, die keine anderen sind als die Fasern des Stratum zonale. Diese treten, wie ich auseinandersetzte, in schräger Richtung an die Peripherie der Medulla oblongata herab, bis auf die Höhe der Hinterstränge. Indem sie hier eine longitudinale Richtung annehmen, ganz so wie die Hinter-

stränge selbst, sammelt sich, je mehr man nach vorn kommt, ein durch immer neu zustossende Radialfasern verstricktes Faserbündel, welches sehr bald ein sehr beträchtliches Volumen annimmt und die früheren Hinterstränge bei weitem übertrifft. Dieses bildet den Grundstamm des Crus cerebelli und dieses, nicht aber die Hinterstränge sind es, welche in das kleine Gehirn sich einsenken. Fortlaufende Durchschnitte bestätigen diese Angaben so leicht, dass ich kaum etwas Genaueres hinzuzufügen brauche. Um den wirklichen Uebertritt in den Stamm des kleinen Gehirns zu sehen, mache man entweder einen seitlichen Längsschnitt, wo man also dies starke Bündel direct und schräg in das kleine Gehirn einmünden sieht; oder, was noch instructiver ist, man mache einen Querschnitt, dessen Ebene man aber schräg, gerade in den Verlauf der Fasern des Stratum zonale legen muss. Wählt man hierzu nicht zu grosse Thiere, am besten die Katze, bei welcher die zonalen Faserzüge sehr entwickelt sind, so wird man mit leichter Mühe, wenn der Schnitt richtig fällt, zunächst übersehen, wie sich das ganze Bündel, welches die Stelle der Hinterstränge bildet, aus den Fasern des Stratum zonale hervorbildet, und nebenbei wie dieses dicke Bündel dann sogleich und direct in die weisse Substanz des kleinen Gehirns ausstrahlt. Auf den genauen Verlauf dieses zonalen Stratums komme ich noch einmal zurück; hier genügt es, in ihm das Hauptconstituens des Crus cerebelli ad medullam kennen gelernt zu haben. Es gibt, wie ich oben zeigte, ein zweites zonales Stratum, welches bei Thieren frei vor dem Pons zu Tage tritt, beim Menschen dagegen von den Fasermassen des Pons überwölbt wird, also innerhalb dieses verborgen liegt. Dieses zweite zonale System schickt seine Massen in gerader Richtung senkrecht um die Medulla herum, also nicht schräg wie das zuerst erwähnte; es ist unter dem Namen des Corpus trapezoides bei Thieren beschrieben. Auch diese zonalen Massen senken sich in das Crus cerebelli, scheinbar gerade von oben nach unten ein. In Wirklichkeit geht aber das genannte System nur zum Theil, im senkrechten Halbkreis um die Medulla herum bis gegen den Nervus acusticus. Bei diesem dagegen wendet es sich schräg herum, etwas nach hinten, so dass seine Bahn nicht gerade bequem auf Schnitten erkannt wird und seine Bündel sogar unter Umständen mit denen des Acusticus oder des Facialis verwechselt werden können, auch wohl verwechselt worden sind (Taf. V, Fig. 14).

Die genannten Verhältnisse rathe ich zunächst bei Thieren, namentlich kleineren, zu untersuchen. Beim Menschen liegt das Stratum zonale in mehr unregelmässigen Ebenen und ist daher schwer vollständig

in einer einzigen Schnittebene zu erhalten. Sind indessen bei Thieren die desfallsigen Verhältnisse einmal bekannt, so überzeugt man sich trotzdem beim Menschen leicht, dass hier vollständig gleiche Verhältnisse, nur nicht ganz so übersichtlich obwalten.

Diese beiden zonalen Massen bilden nun in der That den Hauptstamm des Crus cerebelli ad medullam oblongatam, und eine Theorie dieses letzteren ist zum Theil wenigstens dann gegeben, wenn das Schicksal der zonalen Massen klar und bestimmt erkannt wird. So weit ich dasselbe verfolgt habe, ergaben sich ziemlich einfache Verhältnisse, die zum Theil zweifellos, zum Theil in höchstem Grade wahrscheinlich erschienen.

Wie ich schon mehrere Male auseinandersetzte, gehören diese beiden Fasersysteme zu den Oliven, mit deren Zellen man sich die Fasern verbunden zu denken hat.

Ausser den Oliven habe ich, indess nicht mit gleicher Bestimmtheit, den grauen Kern, welcher innerhalb der Seitenstränge erscheint, als in Verbindung mit diesem zonalen Fasersysteme bezeichnet. Für letzteren bestand allerdings noch die andere Möglichkeit, dass er nämlich nur als ein intermediärer Endapparat der Seitenstränge aufzufassen sei, an welchem dann die eintretenden zonalen Fasermassen nur vorbeigehen würden.

Machen wir uns klar, welches Princip in dieser Endigungsweise gegeben ist, so ist das kein anderes, als dass das Crus cerebelli ad medullam in dem bisher betrachteten Theile eine Verbindung vermittelt zwischen kleinem Gehirn einerseits und durch die zonalen Fasermassen mit den beiden Oliven und wahrscheinlich dem Kern der Seitenstränge andererseits. Die grauen Kerne der beiden Oliven sind nun ebenso wenig wie derjenige der Seitenstränge wirkliche Endapparate, sondern sie folgen dem allgemeinen Principe aller gangliösen Apparate, ein Zwischenapparat zwischen verschiedenen faserigen Systemen darzustellen, die man sich möglicherweise als sehr complicirt denken darf.

Die Verbindung mit dem kleinen Gehirn nun ist die eine Richtung, welche diese Massenzufuhr bedingt; suchen wir auch die andere, so tritt uns vor allen Dingen diejenige entgegen, durch welche die Olive von unten her, also von denjenigen Fasern Zufuhr bekommt, welche mit der Medulla heraufkommen.

Ich kann also nur wiederholen, was ich oben ausführte. Die Olive bekommt ihre Hauptzufuhr durch Fasermassen, welche den centripetalen Leitungen zweiter Ordnung angehören.

Wenn wir uns diese verschiedenen Systeme in der Olive verbun-

den denken, so entsteht eine zusammenhängende Leitung, deren eines Endglied das kleine Gehirn, das andere dagegen die Stränge des Rückenmarks, zu Leitungen höherer Ordnungen verändert, darstellen. Mit anderen Worten: durch das Crus cerebelli wird unter Beihülfe der Oliven eine Leitung von centripetalen Massen nach dem kleinen Gehirn vermittelt.

Diesen Satz, in dem ich einen wesentlichen Grundtheil der Theorie der Olive wie des kleinen Gehirns sehen muss, darf ich natürlich im besten Fall nur als eine möglichst wahrscheinliche Hypothese betrachten; und es wird nothwendig, sich klar zu machen, welche Stützen er hat, welche er haben müsste, und welche er im besten Falle wird erreichen können.

Das Hypothetische desselben erscheint indess bei genauerer Erwägung weniger hervortretend, wie es beim ersten Anblick der Fall ist, und man wird sich zuletzt sagen dürfen, dass die Hypothese nichts weiter für sich in Anspruch nimmt als auch in der grauen Substanz des Rückenmarks verlangt wird, um die Leitung von den Wurzeln auf die Stränge zu erklären.

(Lücke.)

Die Crura cerebelli ad medullam oblongatam führen also Fasermassen durch Vermittelung der Oliven zum kleinen Gehirn. Diese Fasermassen sind centripetale Leitungen, d. h. sind solche, welche mit den Strängen des Rückenmarks und ihren Veränderungen in der Medulla ankommen, also die anatomische Richtung zum kleinen resp. grossen Gehirn hin nehmen.

Die Crura cerebelli stellen Verbindungen dar zwischen kleinem Gehirn zunächst und Oliven. Die Construction der Oliven setzt der Natur ihrer Zellen entsprechend Leitungen verschiedener Richtung voraus, von denen also die genannte die eine ist. Die andere Richtung ist die Verbindung mit centripetalen Leitungen der Stränge und zugleich Verbindung mit weiter zum grossen Gehirn aufsteigenden Massen. Die Leitungen zu den Oliven aber sind directe centripetale Leitungen höherer Ordnung. Man kann sich also auch so ausdrücken: Die Crura cerebelli führen Fasermassen der Rückenmarksstränge durch Vermittelung der Oliven zum kleinen Gehirn, deren directe Verbindung mit dem grossen Gehirn trotzdem nicht unterbrochen wird.

Wenn man sich in dieser Weise zum kleinen Gehirn zuführende Fasersysteme, mit anderen Worten Verbindungen mit ankommenden

Rückenmarksfasersystemen vorstellt, so ist es erklärlich, warum die Wegnahme des kleinen Gehirns bei Thieren mehrere Leitungen resp. Functionen stört, aber nicht vollständig aufhebt.

(Lücke.)

Viel schärfer umgrenzt ist der mittlere Stamm, welcher von dem Hauptstamme des Crus cerebelli sich gerade nach oben resp. nach unten erstreckt.

Dieses Crus cerebelli ad pontem besteht wohl seiner ganzen Dicke nach aus den Fasermassen, welche, den Bulbus rachidicus überwölbend, die sogenannten Querfasern des Pons bilden, mit deren Theorie seine Theorie begreiflicher Weise zusammenfällt.

Man ist um so mehr genöthigt, den Begriff in dieser Weise zu begrenzen, als die Ausdehnung dieser Querfasern je nach dem Individuum bald mehr bald weniger benachbarte Theile überwölbt. So liegt das Corpus trapezoides beim Menschen im Innern des Pons, bei Thieren frei vor demselben, und die zonalen Fasern desselben, die sich in den Stamm der Crura cerebelli einsenken, würden der blossen Lage nach beim Menschen zu dem Crus cerebelli ad pontem, bei den Thieren zu dem ad medullam oblongatam zu rechnen sein.

Die Berücksichtigung solcher zufälligen Unterschiede ist aber hier nur verwirrend. Die scharfe Abtrennung der drei Crura hat grob anatomisch etwas Gezwungenes, aber es ist möglich innerhalb gleicher oder verschiedener solcher Verlaufsbahnen physiologisch differente Theile zu sondern, für solche wird man die bestimmten Namen reserviren müssen, und ein solcher ist denn dies Bündel, aus dem die Hauptmasse des Pons resultirt, und welcher dann speciell als Crus cerebelli ad pontem zu bezeichnen ist. Den genauen Verlauf dieser Fasermasse kann ich erst bei Besprechung des Pons selbst schildern. Hier soll so viel bemerkt sein, dass diese Massen zunächst am Bulbus rachidicus in die Höhe steigen, ihm erst nur locker, also trennbar anliegend, zuweilen sogar nur durch lockeres Bindegewebe mit ihm vereint, und also Lücken zwischen beiden Theilen lassend, wie in den bisher schon bekannten Bildern. Vergl. z. B. Stilling etc. etc.

(Lücke).

XIII.

DIE CIRCULAREN UND ZONALEN FASERZÜGE.

DIE RAPHE UND DIE KREUZUNGEN.

In dem folgenden Abschnitte möchte ich besonders mit Rücksicht auf entgegenstehende Angaben bisheriger Untersucher noch einmal eine Gruppe von Verhältnissen übersichtlich zusammenfassen, die meist im Vorstehenden wenn auch ohne specielles Eingehen auf abweichende Ansichten erwähnt werden mussten, für die sich aber nach meinen Ergebnissen nicht mehr die exceptionelle Stellung festhalten lässt, die sie in den bisherigen Darstellungen besitzen. Ich habe daher alle genaueren Angaben über diese Bildungen für diese Stelle aufgehoben, ebenso wie das Eingehen auf etwaige abweichende Ansichten. Zunächst muss ich mit wenigen Worten an die circularen und zonalen Faserzüge erinnern, deren im Einzelnen meist schon Erwähnung geschehen ist. Sie gehören, kann man wohl sagen, zu den auffallendsten und ersten Veränderungen, denen das Rückenmark beim Uebergange in die Medulla oblongata unterworfen wird, und sie fehlen selbst in den äussersten Gegenden, selbst jenseits des Pons nicht völlig. Es hat daher nahe gelegen, dass man in ihnen etwas diesen Theilen Eigen-

thümliches, gewissermaassen Neues suchte, und so erscheinen diese Faserzüge dann in den meisten Beschreibungen als neue, fremde Bahnen, die zu den ankommenden Rückenmarksbahnen kaum in bestimmter Beziehung stehen, und für welche dann kurzweg eine specifisch physiologische Bedeutung, eine verbindende Stelle, eine Beziehung zu grauen Massen gesucht wurde, für die eine Verwandtschaft zu dem Rückenmarksschema nicht erkannt wurde. Das Princip einer solchen Auffassung gibt Stilling's erste Angabe, die immer noch nicht sehr bedeutend vervollständigt ist. Stilling sagt: Von der grauen bei Entstehung der Medulla oblongata neu auftretenden Substanz um den Centralcanal herum und in den Hintersträngen gehen Fasern in grosser Menge, Halbkreise bildend, heran, zwischen den Längsfasern sämmtlicher Stränge hindurch, und kommen von jeder Seite her in einer Mittellinie zusammen, welche hier die Stelle einnimmt, an der früher die vordere Längsspalte gelegen hatte. Dadurch entsteht dann der bekannte Anschein einer unzähligen Menge von concentrischen Kreisen, welche man seitdem in allen Beschreibungen und Zeichnungen mehr oder weniger deutlich wiederfindet. Die Faserzüge erhalten meist den Namen der fibrae circulares oder arciformes, auch wohl, wenn eben an bestimmten Stellen der Bogen nicht mehr so ausgesprochen ist, bloss noch den Namen der fibrae transversae. Bei Kölliker findet man diese circularen Fasern, welche wohl alle den Namen der Fibrae transversales internae erhalten, von den eigentlich zonalen und bloss quer verlaufenden nicht scharf gesondert. Nach ihm scheinen die meisten aus der grauen Substanz an der hintern Seite der Medulla oblongata in den corpora restiformia und am Boden der Rautengrube zu entspringen (Handbuch der Gewebelehre, 4. Aufl. Seite 317). Die Lenhossek'sche Darstellung fügt zu diesem thatsächlich nichts Neues, wohl aber wird seine Beschreibung durch sein sonderbares sogenanntes Systema nervosum radiale, auf das ich sogleich noch mit wenigen Worten eingehen muss, so verwirrt, dass es hier kaum ihm selbst verständlich geblieben sein kann.

(Lücke.)

Fasse ich dem entsprechend meine Resultate, die in den Einzelbeschreibungen zerstreut niedergelegt sind, zusammen, so möchte ich zunächst von folgenden Sätzen ausgehen:

1. Es gibt im ganzen Bereich der Medulla oblongata und des Pons keine Fasersysteme, welcher Art sie auch immer angenommen werden

mögen, welche dem Leitungssystem der Hirn- und Rückenmarksnerven fremd sind, ebenso wenig wie es graue Massen gibt, welche mit diesen Leitungsapparaten nicht in Verbindung ständen.

2. Da man auf diese Weise die an den verschiedensten Stellen gelegenen grauen Massen sich in die Bahn eines Fasersystems gebracht zu denken hat, so folgt schon daraus eine grösstmögliche Verschlingung und Ortsveränderung der verschiedenen Fasersysteme. Es folgt, dass Fasern der verschiedensten Richtungen an einander vorbei gehen, sich kreuzen können.

3. Da während dieser Leitungen höherer Ordnungen immer auch noch Leitungen erster Ordnung vorhanden sind, so folgt, dass an demselben Punkte des Querschnittes Faserzüge der verschiedensten Bedeutung und Ordnung an einander vorbeigehen können.

4. Das Princip ist nämlich das, dass in der Medulla oblongata die Stränge des Rückenmarks und seiner entsprechenden Gehirnnerven in Leitungen höherer Ordnung umgewandelt werden und dabei meist ihre Stelle wechseln.

5. Eine directe Ortsveränderung kommt nicht vor, ohne dass sie durch eine graue Masse vermittelt wird, in der aller Wahrscheinlichkeit nach die Fasern endigen, um als System zweiter Ordnung aus der Zelle wieder hervorzugehen.

6. Auf diese Weise ist also jede höhere Leitung mit einer Art Endigung verbunden, und wenn ein System von Fasern mehrere graue Massen passirt, so könnte man die dazwischen gelegenen Faserpartien auch einfach als Commissuren solcher grauen Massen bezeichnen. Nur in solchem Sinne ist hier die Bezeichnung einer Commissur gestattet, doch stimmt dies mit den meisten Beschreibungen nicht.

7. Die Stelle, welche im Rückenmark manchen Leistungen erster Ordnung, also z. B. den hintern Strängen entspricht, liegt in der Medulla oblongata schon anders, und die entsprechenden Leitungen der entsprechenden Gehirnnerven müssen daher einen ganz abweichenden Weg einschlagen, um zu ihrem definitiven Platz zu kommen.

8. Schon daraus ergibt sich, dass alles dasjenige, was im ganzen Lauf der Medulla oblongata von bogenförmigen und queren Fasern erscheint, eine sehr gemischte Gesellschaft ist. Die weitere Beobachtung innerhalb des Pons oder jenseits desselben macht dies noch klarer.

Das allgemeine Princip des Verlaufes solcher querer Faserzüge ist nun der sehr verschiedenen Verhältnisse wegen nicht festzustellen, da das Gemeinsame nur darin liegt, dass sie von ihrem Ausgangspunkte

nach ihrem Endpunkte sich erstreckend meist verschiedene Längsebenen durchsetzen und dabei meist die Raphe, d. h. die Mittellinie, überschreiten, eine sogenannte Kreuzung darstellen. Das ist auch längst eingesehen, und hat eben zu der Vorstellung von queren Commissuren Veranlassung gegeben, welche durch diese Bahnen bewerkstelligt werden sollen. Das Wesentliche aber liegt nur darin, dass Ausgang und Ende einer Nervenbahn sich auf entgegengesetzten Seiten befinden, und dass die beiderseitigen Bahnen, während sie diesen Verlauf einschlagen, gerade in der Mittellinie aneinander vorübergehen, ohne dabei aber zu einander in die mindeste Beziehung zu treten oder mit anderen Worten sich kreuzen. So ist es auch mit diesen mannigfachen Querfasern und bogenförmigen Fasern. Um nur ein Beispiel zu erwähnen, so ist die Commissura olivarum von Lenhossek durchaus keine Verbindung beider Oliven, sondern das quer die Mittellinie überschreitende Band entsteht wie es scheint nur dadurch, dass jede Olive ihre Fasermassen von der entgegengesetzten Seite her bezieht.

Man kann wohl und man muss von Verbindungen, von Commissuren, die durch Faserzüge vermittelt werden, sprechen, wenn es sich um Massen handelt, welche in der Reihe der Leitungsbahnen einander subordinirt sind; man kann sagen, das Crus cerebelli ad pontem ist eine Commissur zwischen kleinem Gehirn und Olive. Die circulären Fasern verbinden Olive und Hinter- resp. Seitenstränge etc. etc., aber es ist durch nichts gestützt, wenn man in solchen Systemen auf Verbindungen coördinirter Punkte, Verbindungen beider Oliven, der beiderseitigen Ponsmassen, gegenüberstehender Nervenkerne sehen will. Es ist eine ganz andere Frage, ob Verbindungen der Art physiologisch gefordert werden, ob sie vielleicht in feinen mikroskopischen Verhältnissen begründet sein können, ob sie überhaupt anatomisch darstellbar sind; aber diese groben queren und bogenförmigen Faserzüge sind ihr Ausdruck nicht, und es liegt in keinem einzigen Falle, wo der Ausdruck einer Quercommissur bisher gebraucht ist, dazu das mindeste Recht vor.

Wenn man auf diese Weise auch in diesen Fasermassen, von einzelnen gleich zu erörternden einfachen Verhältnissen abgesehen, den Ausdruck einer weiter fortgeführten Leitungsbahn mit gleichzeitiger Ortsveränderung sieht, so fällt natürlich das Specifische, scheinbar Eigenthümliche fort, und man erhält ein einfaches ziemlich leicht verständliches Bild.

Es erhellt dann, dass der quere, gerade, bogenförmige Verlauf nur eine locale Adaptirung an die betreffenden Verhältnisse in sich schliesst,

dass er bei entsprechenden Theilen verschiedener Gegenden wechseln kann, dass er noch mehr wechselt bei verschiedenen Thieren etc. etc.

Stilling hat ganz Recht, wenn er im Allgemeinen diese Faserzüge alle als graue bezeichnet, wenn das nämlich so viel sagen soll, als dass überall, wo Fasermassen in dieser Weise ihren Ort verändern und zugleich zu Leitungsbahnen höherer Ordnung werden, diese von einem Gerüst grauer Substanz getragen werden. Das ist besonders deutlich und evident, wenn man die ersten Circularfasern gerade beim Beginn der Medulla oblongata untersucht, deren Auftreten mit dem ersten balkenförmigen Zerfall der grauen Substanz zusammenfällt. Die ersten Balken dieser Gegend sind dann die Träger der ersten circulären Fasern. Das lässt sich auch im ganzen Verlauf der Medulla immer constatiren; die Züge, welche die Nervenbahnen führen, zeigen natürlich zersprengt die sämmtlichen Attribute der grauen Substanz, nicht nur Bindegewebskerne, sondern Ganglienzellen der verschiedensten Formen.

Man kann demnach auch sagen, dass Form und Lage aller queren und bogenförmigen Faserzüge so ziemlich mit den Formen übereinstimmt, in welche die graue Substanz des Markes beim Uebergang in die Medulla oblongata zerfällt, deren Balken natürlich, da sie anfangs, als Umsäumungen der Hörner auftretend und erst allmälig die ganze Dicke einnehmend, einen gebogenen Verlauf zeigen müssen. Je nachdem die Faserzüge aber eine längere oder kürzere Strecke im Innern einer solchen Bahn verlaufen, werden sie mehr als quere, als bogenförmige, ja sogar auch als schräg aufsteigende erscheinen müssen. Dass auf diesen Verlauf die allmäligen Configurationsveränderungen der Medulla, die Oeffnung des Canals etc. von Einfluss sein müssen, ist einleuchtend. Dass sich aus demselben Principe bei verschiedenen Thierspecies auffallende, dennoch aber unwesentliche Verschiedenheiten ergeben müssen, ist auch einleuchtend. Weite des vierten Ventrikels, frühere oder spätere Oeffnung desselben, Breite des Markes überhaupt, Lage der Oliven etc. müssen begreiflicherweise allen solchen queren Faserzügen sehr verschiedene Wege anweisen, die alle auf ein und dasselbe Princip herauskommen.

Aus den gemachten Angaben ergibt sich, dass es im Wesen aller oder einer grossen Zahl dieser verschlungenen Bahnen liegt, die wir als quere oder bogenförmige bezeichnen, dass sie an irgend einer Stelle, bei weitem nicht immer in der Ebene ihres Ausganges, die Mittellinie überschreiten und auf der entgegengesetzten Seite an ihre definitive Endstelle gelangen. So entstehen Kreuzungen von Nervenbahnen, die im ganzen Bereich der Medulla bis jenseits des Pons hin nirgends

fehlen, aber in sehr verschiedener Ausbildung vorhanden sind und die allerverschiedensten Fasersysteme betreffen. Fast in keinem Falle überschreiten solche Züge die Mittellinie direct, fast horizontal und in derselben Ebene; sondern man sieht sie hier immer einen mehr oder weniger grossen Umweg nehmen, eine mehr oder weniger grosse Strecke in der Mittellinie longitudinal oder, was meist der Fall ist, senkrecht herauf oder herab ziehen, ehe sie dann sich allmälig auf die entgegengesetzte Seite neigen. So entsteht denn bekanntlich in der Medulla oblongata an Stelle der vorderen Incisur des Rückenmarks eine ununterbrochene Ausfüllung, welche der Ort aller Kreuzungen und complicirteren Bahnen der Nerven ist.

Diese dort entstehende Brücke führt den Namen des Septum oder der Raphe, und sie hat volles Recht auf die Bezeichnung eines mehr selbstständigen Gebildes schon auch deshalb, weil sie in der That der Sitz einer weiteren Organisation werden kann. Schon aus meinen obigen Angaben ist hervorgegangen, dass die Raphe, wenn sie auch anfangs nur einen, die Nervenzüge tragenden Bindegewebsstamm darstellt doch allmälig in die balkenförmigen Ausstrahlungen der grauen Substanz vollständig hineingezogen wird, dass sie der Sitz mehr oder minder ausgebildeter grauer Haufen und daher aller Functionen theilhaftig werden kann, welche diesen Haufen zukommt, auch also als wirkliche Nervenendigung functioniren kann. Ich habe auf diese wechselnden Verhältnisse noch mit wenigen Worten einzugehen, zugleich aber auch der Kreuzungen, für die sie den Sitz abgibt, noch etwas eingehender und zusammenhängender als bisher geschehen, Erwähnung zu thun.

Schon oben bei Betrachtung des Rückenmarks habe ich auf die soviel ventilirten Bahnen der Faserkreuzungen im Mark einzugehen gehabt und das scheinbare Missverhältniss besprochen, in dem sich hier anatomische Beobachtung und physiologische Experimente zu befinden scheinen. In dem verlängerten Mark besteht dies eigentlich noch in viel höherem Grade und auch der geringste Versuch einer Ausgleichung der Gegensätze dürfte hier willkommen sein. Derselbe wäre sicher längst gelungen, wenn man sich nicht beiderseits die Verhältnisse und die Wege, ihm nahe zu kommen, viel zu einfach vorgestellt und daher aus positiven und negativen Resultaten Schlüsse erlaubt hätte, welche bei einfachen Verhältnissen nicht ungerechtfertigt gewesen wären, hier aber bei einem unglaublich complicirten Fasergewirre ihre Berechtigung vollständig verlieren mussten.

Die anatomische Forschung muss hier vor Allem davon ausgehen, dass es ein Leichtes ist, an einem jeden Punkt des cerebrospinalen

Systems bis herauf über den Pons Faserzüge einzeln oder complicirt die Mittellinie überschreiten zu sehen. Die Aufgabe ist nun, den ganzen Verlauf solcher Faserzüge zu kennzeichnen, und in diesem Sinne ist die Lehre von den Kreuzungen der Leitungsbahnen im Rückenmark und verlängerten Mark eine ausserordentlich complicirte, zum Theil anatomisch kaum lösbare. Doch gibt es entschieden eine vollständig erreichbare Grenze, an die die bisherigen Angaben auch nicht im Entferntesten heranreichen und wobei also der physiologischen Verwerthung noch die ersten Anfangsgründe fehlen. Es ist unter diesen Verhältnissen nicht auffallend, wenn Physiologen und Kliniker von der anatomisch-mikroskopischen Grundlage lieber ganz absahen und bloss den Weg des Experimentes oder der klinischen Beobachtung für maassgebend nahmen. Man muss zugeben, dass dieser Weg auch vollständig ausreichend wäre, wenn wir an irgend einem Punkte nur eine ununterbrochene Bahn zum grossen Gehirn hätten, also eine ununterbrochene Nervenfaser der Rückenmarksstränge bis zum Hirn, und wenn es sich nur darum handelte, zu bestimmen, ob eine solche Bahn in ihrem Verlauf die Mittellinie überschreitet, und ihr Ende und Anfang daher auf entgegengesetzten Seiten liegen. In dieser Weise würde also klinische Beobachtung und Experiment eine Verletzung irgend einer centralen Provinz vornehmen oder beobachten und je nachdem die Folgen auf der gleichen Seite oder der entgegengesetzten mehr hervortreten, für diese Bahn ganz oder theilweise eine Kreuzung entweder bestimmt annehmen oder ebenso bestimmt läugnen. Es ist klar, dass in dieser Weise nur die respective Lage zweier Endpunkte irgend eines Leitungssystems bestimmt wird. Damit ist gewiss, wenn das Experiment und die Beobachtung fehlerlos wäre, viel gewonnen, aber nur für einen sehr geringen Theil. Ganz anders verhält sich aber die Sache, wenn man diese einfache Vorstellung fallen lässt und sich klar macht, dass so einfache Bahnen entweder gar nicht oder nur ganz vereinzelt vorkommen. Die Fragen, von welchen bisher Physiologen und Anatomen ausgingen, lauten:

Gibt es eine Kreuzung der verschiedenen Stränge und ihrer Fortsetzung in der Medulla oblongata, sofern diese Träger der motorischen und sensibeln Leitungen sind?

Ist solche Kreuzung eine vollständige und an welcher Stelle geschieht der Uebertritt? Sowie dann ferner, nehmen an solchen Kreuzungen auch die Gehirnnerven Antheil?

Wie sich aus meiner oben durchgeführten Auffassung ergibt, lässt sich auf eine solche so allgemein gefasste Frage eine kurz gefasste

Antwort gar nicht geben und nur ein vollständiger Einblick in die complicirten Verhältnisse kann allmälig dazu führen.

Die Kenntniss der beiden Endpunkte eines Fasersystems, nach dem die bisherigen Untersucher fast allein gefragt haben, sagt eben nur dann etwas, wenn man zwischen ihnen eine einfache gerade oder die Mittellinie überschreitende Bahn annimmt. Die beiden Endpunkte eines solchen Systems können aber auf derselben Seite liegen und doch können ausgebildete Kreuzungen im Bereiche dieses Systems liegen.

Es lässt sich theoretisch wohl denken, dass man auch über solche verwickelte Verhältnisse experimentell oder auf dem Wege klinischer Beobachtung Resultate erlange. Eine successive Verrückung der Durchschnittsstelle lässt scheinbar die Möglichkeit zu, aus den Wirkungen eines solchen Versuchs die Art irgend einer Kreuzung genau zu bestimmen. Was allen solchen Versuchen entgegensteht, ist zunächst der Umstand, dass Kreuzungen unter allen Umständen nur successive, bündelweise von Statten gehen, dass von zusammengehörigen Theilen an irgend einer bestimmten Stelle immer nur höchstens ein kleiner Theil auf die andere Seite übertritt, die übrigen vielleicht gar nicht, vielleicht auch an einer ganz entfernt gelegenen Gegend. Ich verweise auf das, was ich bei Gelegenheit des Rückenmarks über die dortige sogenannte Kreuzung der Vorderstränge angegeben habe.

Was aber die allgemeine Gültigkeit derartiger Untersuchungen auch theoretisch aufhebt, würde der Umstand sein, dass dieselben Leitungsbahnen vielleicht mehrmals die Mittellinie übersehreiten. Derart complicirte Wege schliesst das Princip der Medulla oblongata in sich, und in ihnen liegt der Grund, warum hier eine ganz vollständige anatomische Kenntniss der betreffenden Gegenden und eine physiologische Verwerthung, abgesehen von den allgemeinsten Resultaten, kaum möglich erscheint.

Es will mir danach scheinen, als ob das Genauere der Lehre von den Kreuzungen der Leitungsbahnen im Rückenmark und in der Medulla oblongata einstweilen noch wesentlich und allein der histologischen Forschung anheimfalle, welche die ersten Grundlinien hinzustellen hat. Erst auf diese Grundlage wird und muss die weitere Methode basiren. Denn es ist keine Frage, die histologische Forschung führt hier zu einer unübersteiglichen Grenze, aber diese liegt weit genug, um schon ein erstes und wichtiges Material für weitere Forschungen gewinnen zu können.

Um über die verschiedenen möglichen und wirklichen Kreuzungen ein Urtheil zu gewinnen, ist es durchaus erforderlich, die Bahnen ver-

schiedener Ordnungen vollständig scharf auseinander zu halten. Ich erinnere zu diesem Behufe wieder an das Schema der Medulla, von dem ich ausgegangen bin und dessen Wesen darin liegt, dass zwischen allen hier auftretenden Fasermassen und den Leitungssystemen des Rückenmarkes gesetzmässige Verbindungen existiren, diese sogar sammt und sonders in diese Leitungssysteme eingeschaltet gedacht werden müssen. So entstehen Leitungssysteme verschiedenster Ordnung, welche ein centripetaler Strang durchmachen muss, um zu seinem letzten Ende zu gelangen. Der Anfang dieser Leitungssysteme liegt in den eintretender Wurzeln, das Ende im grossen Gehirn; was dazwischen liegt, gehört alles denselben Systemen an; es existirt weder ein mit solchen Systemen gar nicht verbundener Apparat, noch auch eine wirkliche Endigung d. h. eine nur einseitige Verbindung. Alle graue Massen haben, wie wir erkannten, das Princip, dass sie zwischen Leitungssystemen verschiedener Richtung eingeschoben sind.

Nimmt man nun an, dass eine Bahn, um zu solch einem grauen Knotenpunkt zu gelangen, fast immer, ebenso wie wenn sie nur einfach ihre Lage wechselt, mehr oder weniger direct die Mittellinie überschreiten muss, so ergibt sich von vornherein, wie leicht ersichtlich, die Möglichkeit einer Reihe von Kreuzungen, die von dem letzten Endresultate ganz unabhängig sein können. Physiologische Experimente werden daher je nach kleiner Aenderung der Schnittgegend ganz diametral entgegengesetzte Resultate geben können, die nur dann zu umgehen sind, wenn eben die Anatomie die betreffenden Stellen ganz haarscharf fixirt haben wird, — eine zum Theil unlösbare Aufgabe.

Es ergibt sich also für alle Fälle die unabweisbare Aufgabe, die Frage nach etwaiger Kreuzung für jede der Hauptbahnen in ihre einzelnen Theilpunkte zu sondern; erst dann wird das Hauptendresultat, welches sich auf die beiden Endpunkte einer Bahn bezieht, verständlich und benutzbar.

Diese Theilfragen beziehen sich zunächst auf die in das Mark eintretenden peripherischen Nervenwurzeln.

1. Existirt eine Kreuzung von Nervenwurzeln, ehe solche in der grauen Substanz ihre erste Endigung gefunden haben?

2. Kommen im Innern eines solchen grauen primären Kernes Kreuzungen d. h. Leitungen von einer Seite auf die andere vor?

3. Kreuzen sich Faserzüge während sie sich aus der grauen Substanz in ihre centripetalen Stränge begeben?

4. Kommen Kreuzungen der fertig gebildeten centripetalen Stränge vor?

5. Wie verhält es sich, wenn die centripetalen Leitungen erster Ordnung in solche zweiter umgewandelt und als solche weiter geführt werden?

Alle diese Fragen sind einer Beantwortung bedürftig und auch mehr oder weniger schon jetzt fähig. Das Resultat derselben müsste der theoretischen Forderung nach mit den allgemeinen schon angedeuteten Resultaten stimmen, welche mehr den Endpunkten der Leitungen zugehörig sind. Also z. B. müsste es bei einer motorischen Leitung evident werden, ob nach all diesen verschränkten Wegen der letzte auf die entgegengesetzte Seite führt.

Das Verständniss ist ausserordentlich schwer, weil es immer unklar sein wird, wie viel Hauptbahn bleibt, und wie viel auf die Seitenbahnen übergeht.

(Die weitere Ausführung fehlt.)

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Tafel I.

Isolirte Ganglienzellen aus der grauen Substanz des Rückenmarkes in 300- bis 400maliger Vergrösserung dargestellt.

Fig. 1. Eine grosse Ganglienzelle aus dem vorderen Horn mit möglichst vollständig erhaltenen Fortsätzen. In der Zellsubstanz ist dunkelgelbes Pigment abgelagert. *a* der Hauptaxencylinderfortsatz; *b*, *b*, *b* die von den Protoplasmafortsätzen entspringenden feinen Axencylinderfortsätze (Seite 56).

Fig. 2. Eine mittelgrosse Ganglienzelle mit viel gelben Pigment in dem Zellkörper und in den verästelten Protoplasmafortsätzen. *a* der Hauptaxencylinderfortsatz, welcher in einer für die Zellen der Hinterhörner (sensibeln Zellen) charakteristischen Weise von der Basis eines breiten Protoplasmafortsatzes entspringt.

Fig. 3. Theil einer wahrscheinlich ebenfalls sensibeln Zelle mit Pigment in den Fortsätzen.

Fig. 4. Kleinere Ganglienzelle mit vielfach verästelten Fortsätzen und gelbem Pigment in dem Zellkörper. *a* der Hauptaxencylinderfortsatz.

Tafel II.

Fig. 5. Pigmentirte Ganglienzelle aus dem vorderen Horn der grauen Substanz des Rückenmarkes. Von den Protoplasmafortsätzen ist nur einer länger gezeichnet, um den Ursprung des feinen Axencylinderfortsatzes *b*, der zu einer feinen markhaltigen Nervenfaser wird, zu zeigen. *a* Hauptaxencylinderfortsatz.

Fig. 6. Mit allen Fortsätzen möglichst vollständig isolirte Ganglienzelle aus dem hinteren Horn der grauen Substanz des Rückenmarks. *a* Hauptaxencylinderfortsatz; *b* feine Axencylinderfortsätze, welche von Protoplasmafortsätzen entspringen (Seite 87).

Fig. 7. Eine Zelle der gleichen Art, sensible Zelle aus dem Hinterhorn; *a* Hauptaxencylinderfortsatz, *b* feiner, gleich nach seinem Ursprung mit Mark sich umgebender Axencylinderfortsatz.

Fig. 8. Eine grosse Zelle aus dem Hinterhorn, welche einer motorischen ähnlich sieht mit einem sehr stark pigmentirten Protoplasmafortsatz. *a* Hauptaxencylinderfortsatz (Seite 89).

Fig. 9. Eigenthümliche kuglige Ganglienzelle, wie sie sich am Ursprung des Trochiearis finden, gewöhnlich nur mit einem, hier mit zwei Fortsätzen (Seite 91).

Fig. 10. und 11. Bindegewebszellen aus der weissen und grauen Substanz der Centralorgane, Fig. 10 aus der grauen Substanz des Hypoglossuskernes (Seite 45).

Tafel III.

Fig. 12. Querschnitt durch eine Hälfte des unteren Endes des Rückenmarkes vom Menschen. Wahrscheinlich Anfang des conus medullaris. *R. a* vordere Wurzelbündel, aus dem Vorderhorn entspringend, in dessen Innerem man die markhaltigen Nervenfasern zwischen den grossen Ganglienzellen verlaufen sieht; *R. p* hintere Wurzel, aus dem Hinterhorn hervorgehend, dessen Ganglienzellen blasser und, bis auf einige wenige, viel kleiner sind als die des Vorderhorns; *R. i. p* innerer Theil der hinteren Wurzel (Seite 139); *C. c* Canalis centralis mit seiner Auskleidung von Wimperepithel, von Bindesubstanz umgeben; *C. p* hintere graue Commissur; *C. a. a* vordere weise Commissur. Ringsum die grauen Hörner zeigen sich die Querschnitte der in verschiedenen Gegenden verschieden dicken markhaltigen Nervenfasern mit Axencylinder (Seite 135 ff).

Tafel IV.

Fig. 13. Querschnitt durch eine Hälfte der medulla oblongata in ihrem Anfange, mit Wurzelsträngen des nervus accessorius Willisii und hypoglossus. *J. a* vordere Incisur, zum Theil ausgefüllt durch die beginnende Pyramidenkreuzung *D. p*; *J. p* hintere Incisur; *C. a* vordere weisse Commissur; *C. p* hintere graue Commissur; *C. c* Centralcanal;

F.r Formatio reticularis, die reticuläre Bindesubstanz, welche sich aus der Substanz der Vorderhörner hier entwickelt, und zunehmend nach und nach den grössten Theil der medulla oblongata einnimmt; *C.p* hinteres Horn, an seiner Basis auch bereits zu dem Balkenwerk der formatio reticularis aufgelöst; *A* nervus accessorius; *H* nervus hypoglossus; *A'* Querschnitt von Bündeln des Accessorius; *Acc.* Zellen des Accessoriuskernes; *Hyp.* Zellen des Hypoglossuskernes (S. 172 u. 220).

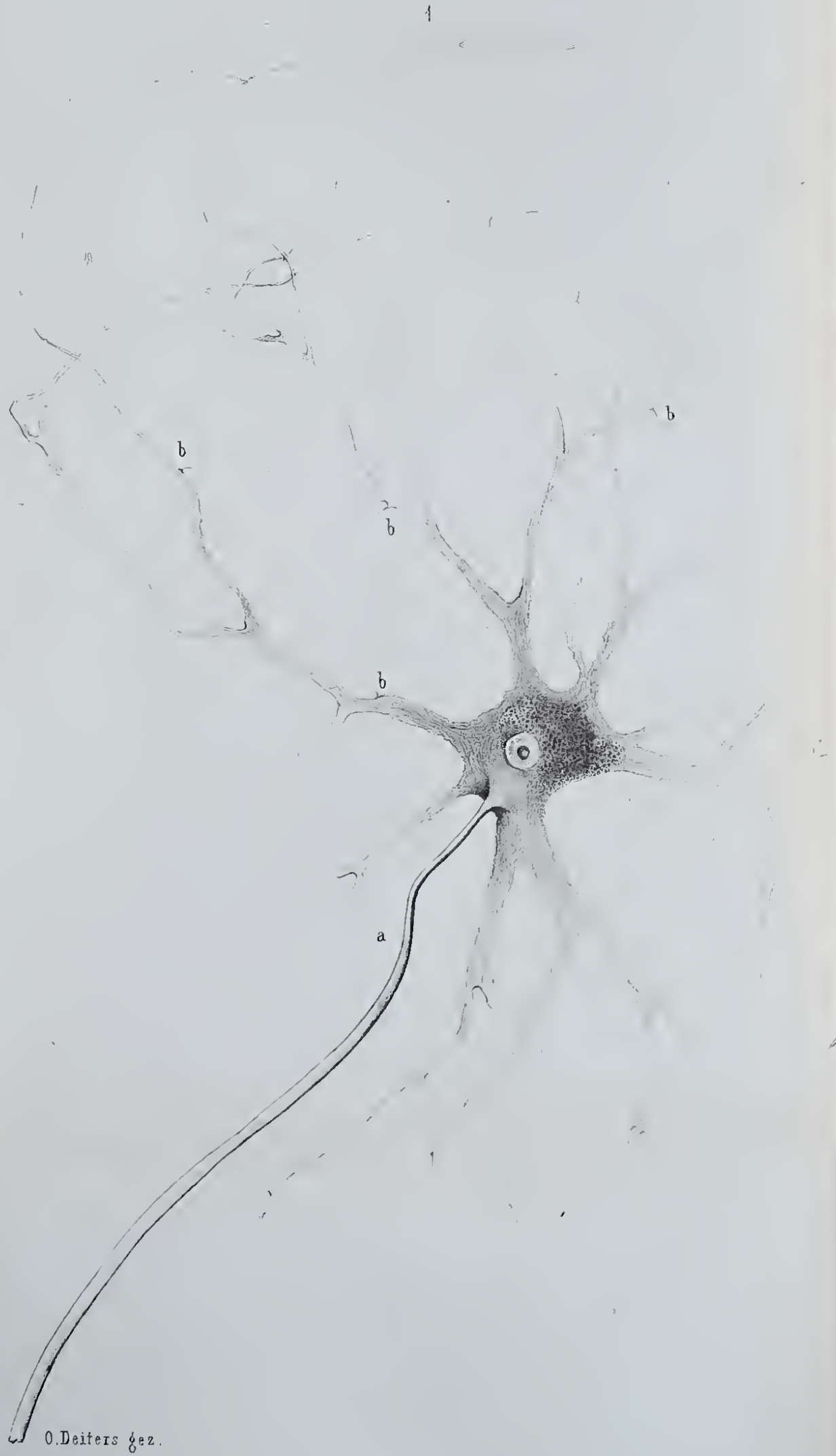
Tafel V.

Fig. 14. Querschnitt durch eine Hälfte der medulla oblongata dicht vor ihrem Uebergang in den pons Varolii, mit Wurzelbündeln des nervus abducens, facialis und acusticus. *E* Fasern der Pyramiden; *RR* Raphe, rechts davon das Balkenwerk der formatio reticularis, innerhalb deren in der oberen Partie *b* schmalere, in der unteren *a* breitere Nervenprimitivfasern liegen; *Ol* (Ol. s.) Durchschnitt durch die obere Olive; *C.tr* Fasern des corpus trapezoides; *Cr.c* crura cerebelli ad medullam oblongatam mit den zahlreichen grossen Ganglienzellen, welche scheinbar zum Ursprung des Nervus acusticus *Ac* gehören; *Fac.* Nervus facialis; *F* derselbe Nerv im Querschnitt, Knie des facialis; *Abd.* Nervus abducens. Die Zeichnung ist nicht vollendet, so hätten z. B. bei *J* die Querschnitte der verschieden dicken Nervenfasern angegeben werden müssen, welche diese Stelle erfüllen. (Vergl. u. A. Seite 192, 231, 275.)

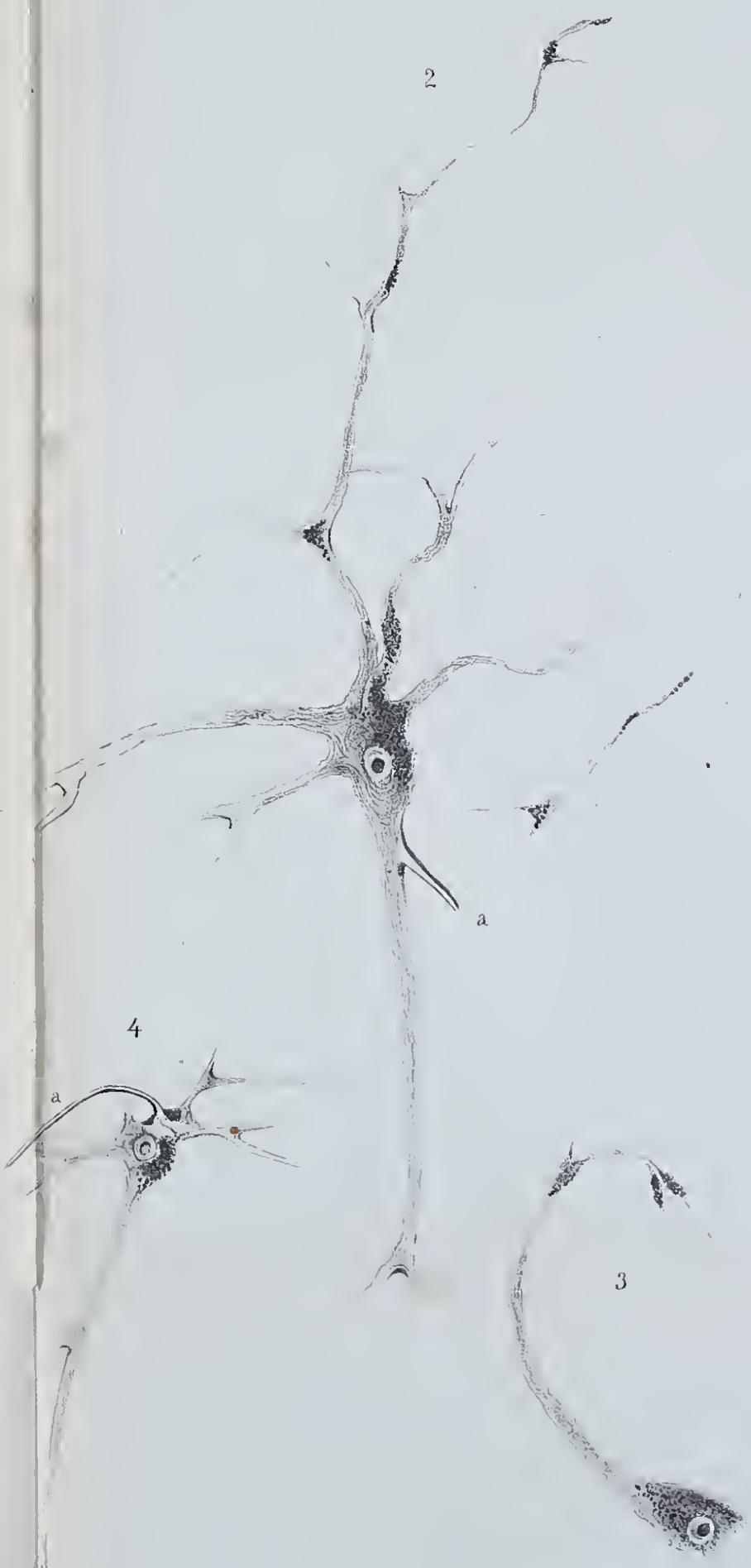
Tafel VI.

Fig. 15. Durchschnitt der medulla oblongata des Menschen in der Höhe der Olive (Ol.). *R.R* Raphe, *Hyp.* Nervus hypoglossus, *Vag.* Nervus vagus, deren Kerne in *V* und *H* liegen, aber in der Zeichnung nicht feiner ausgeführt sind. Den Haupttheil der Figur nimmt die Formatio reticularis ein mit ihren zerstreuten Ganglienzellen, und die Olive mit den zu ihr hinzutretenden Fasern des stratum zonale; *C.c* crura cerebelli ad medullam oblongatam; *P* Pyramidenstrang.

Taf. I.

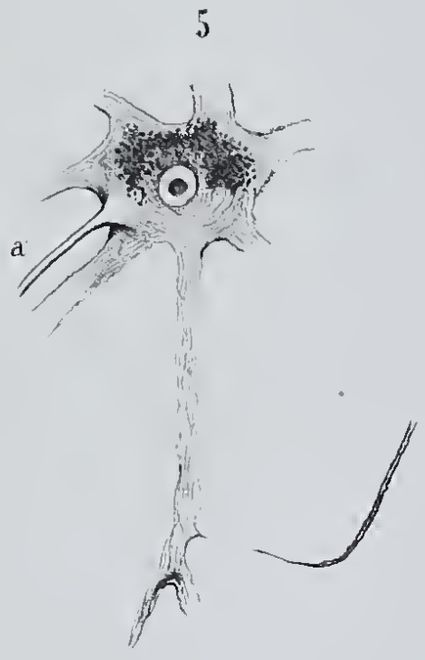


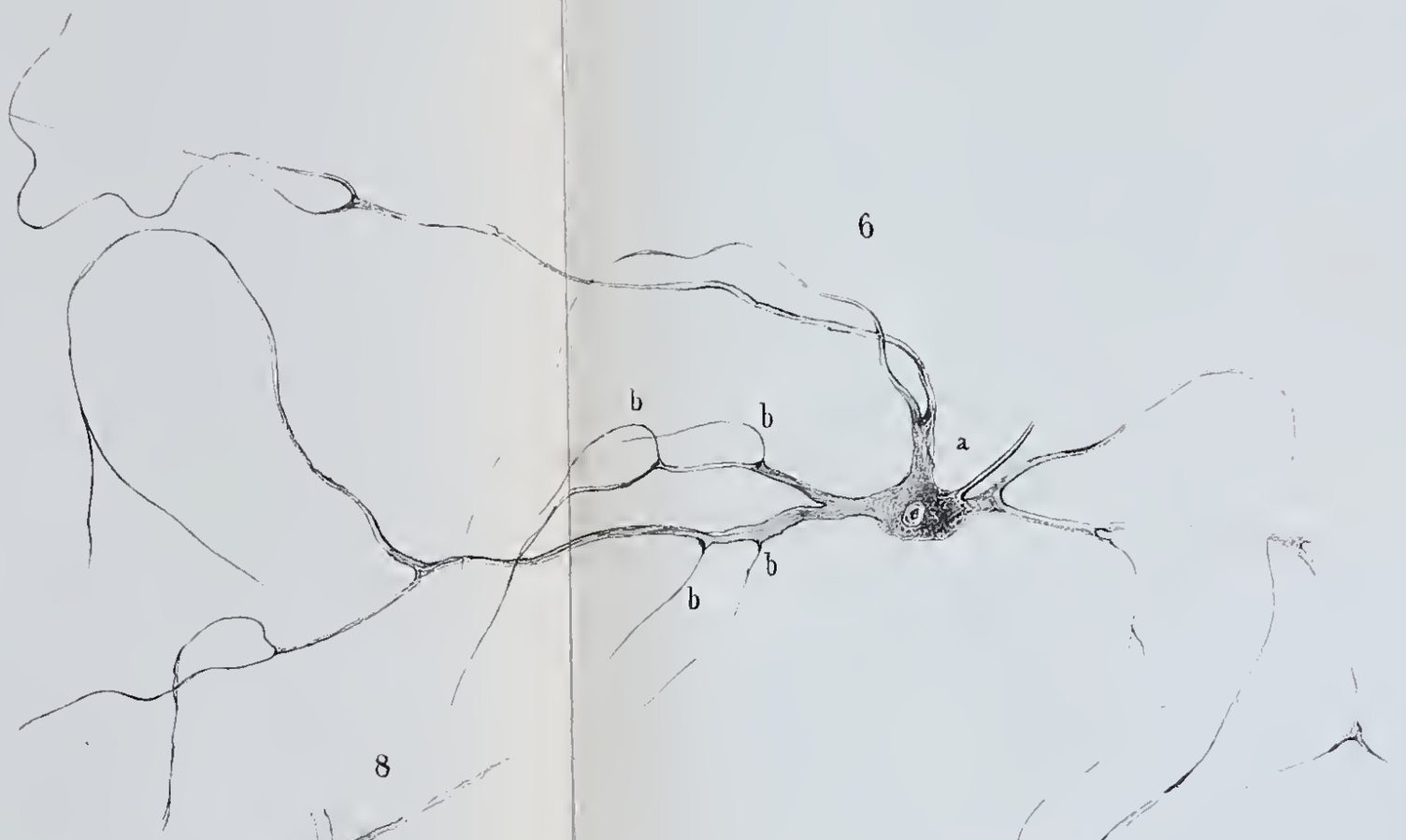
O. Deiters gez.

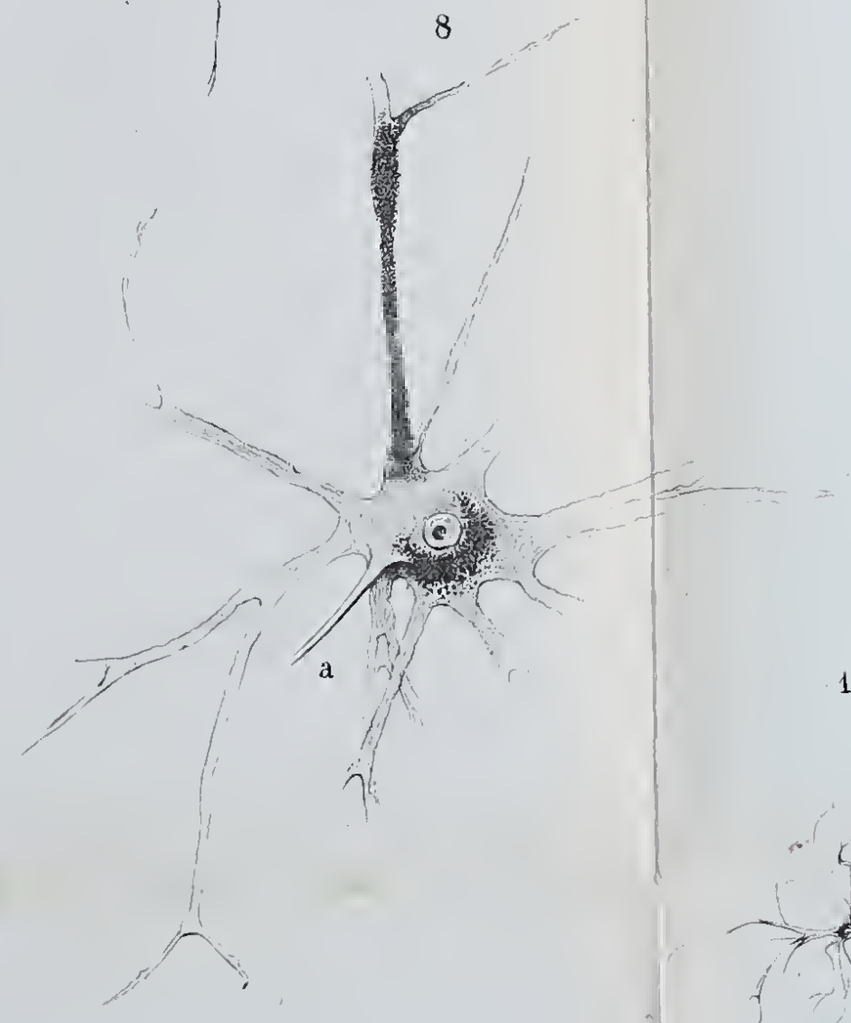


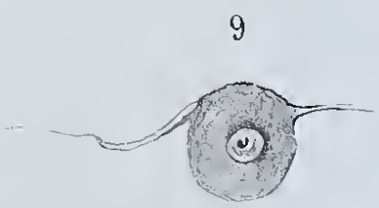
Lith. Inst. d. rh. Fr. Wilh. Univ. v. A. Henry in Bonn.

Taf. II.







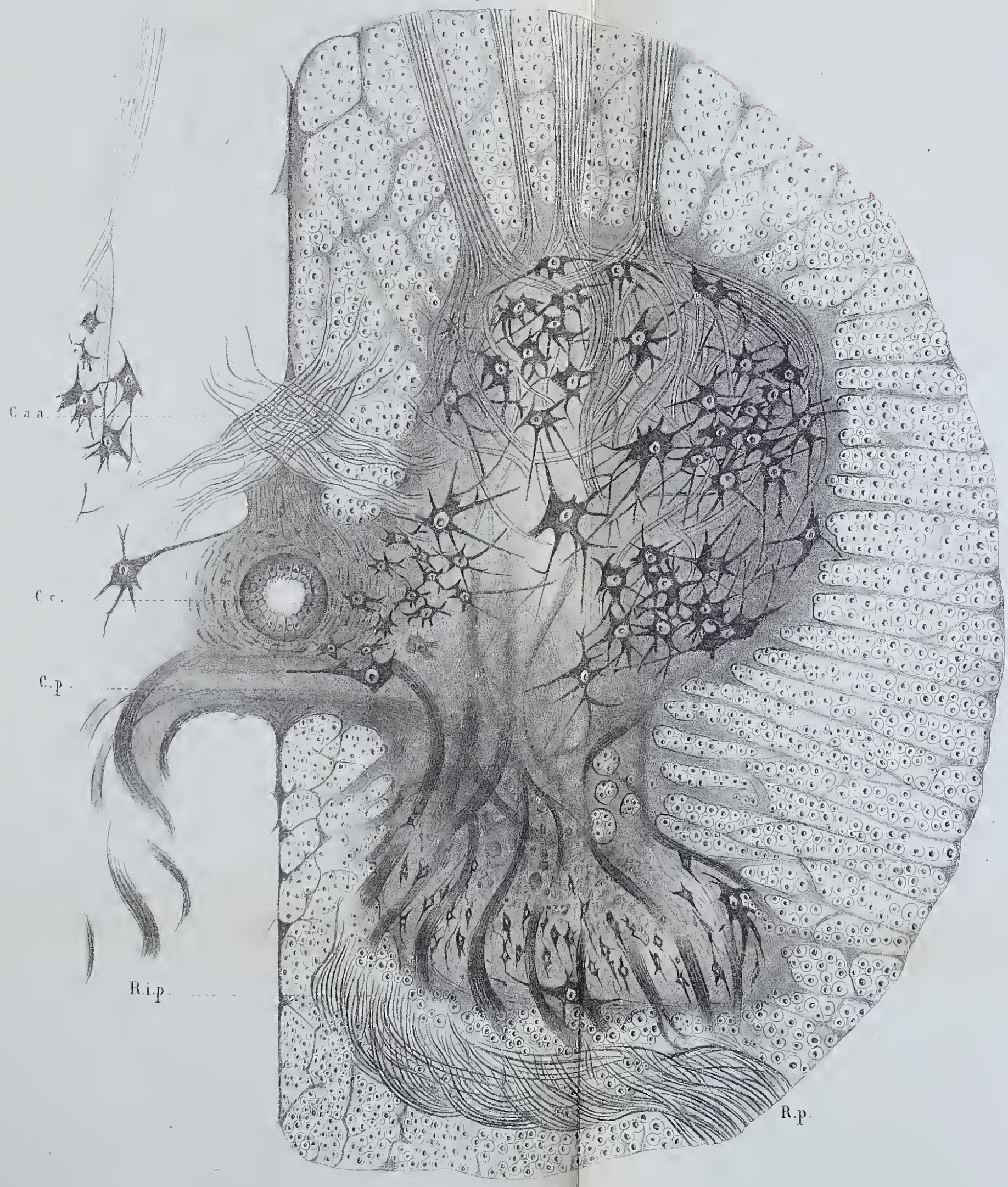


O. Deiters gez.

Lith. Inst. d. rh. Fr. Wilh. Univ. v. A. Henry in Bonn.

Taf. III.

Fig. 12.
R.a.



O. Deiters gez.

Lith. Anst. d. M. Fr. Wilh. Univers. A. Henry in Bonn.

Fig. 13.

Taf. IV.

O. Deiters gez

Lith. Inst. d. r. h. Fr. Wilh. Univ. v. A. Henry in Bonn

Taf.V.

Fig.14.

Abd.

Ol.s.

P.

R.

C.tr.

Tac.

Ac.

a.

R.

F.

Cr.c.

O Deiters gez.

Lith. Jnst.d. rh.Fr.Wilh.Univ.v.A.Henry in Bonn.

Taf. VI.

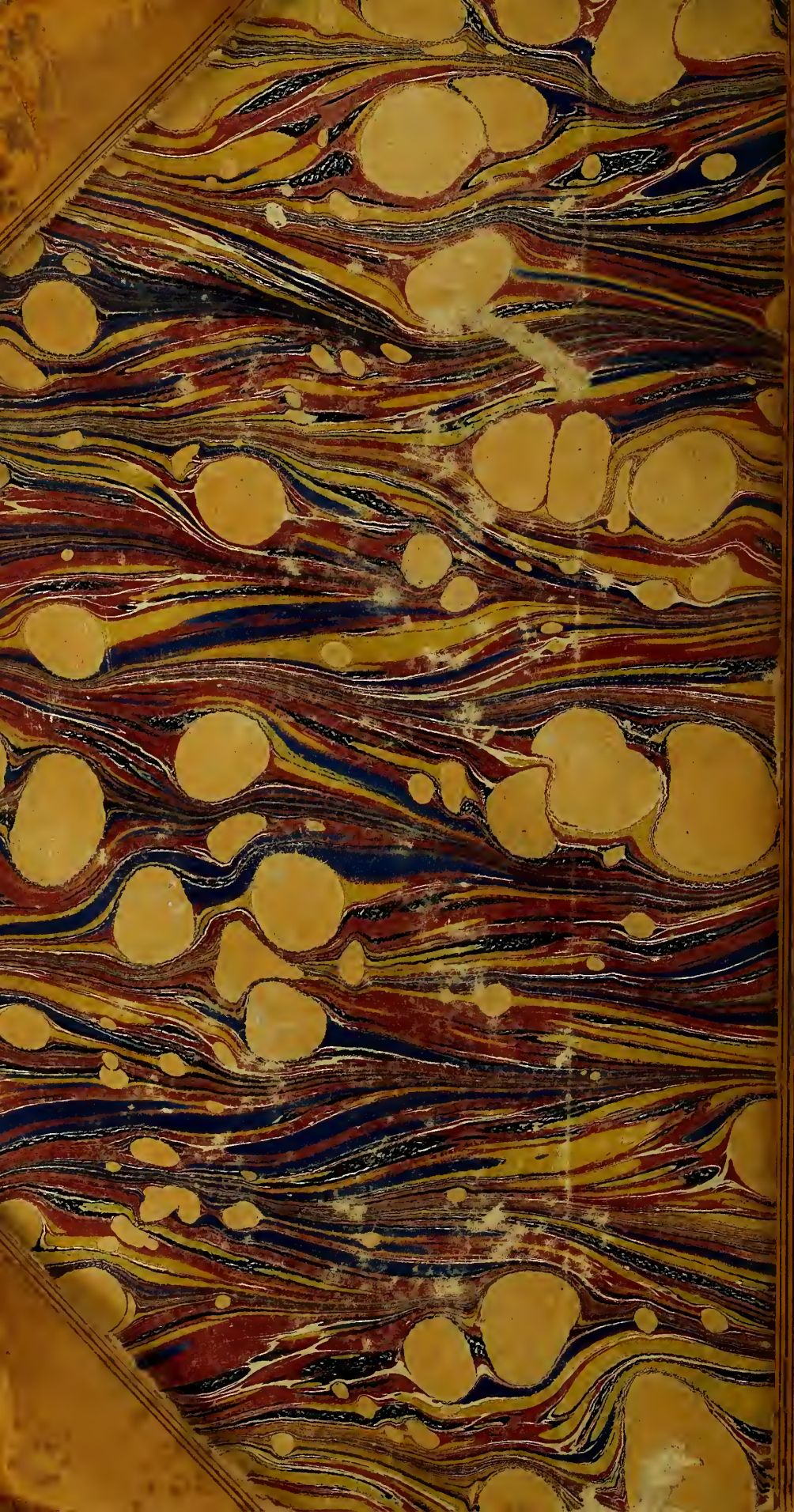



Fig. 15.